Leitfossilien

Ein Hilfsbuch
zum Bestimmen von Versteinerungen
bei geologischen Arbeiten in der Sammlung und im Felde

herausgegeben von

Georg Gürich

Dritte Lieferung:

Karbon und Perm — Pflanzen von W. Gothan

Mit 48 Tafeln

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1923

Leitfossilien

herausgegeben von

Georg Gürich

Leitfossilien

Ein Hilfsbuch
zum Bestimmen von Versteinerungen
bei geologischen Arbeiten in der Sammlung und im Felde

herausgegeben von

Georg Gürich

Dritte Lieferung:

Karbon und Perm — Pflanzen von W. Gothan

Mit 48 Tafeln

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1923

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin

„Made in Germany“

Vorwort

Der Aufforderung des Herausgebers bin ich nachgekommen, da es schon lange ein Bedürfnis ist, ein Buch als Anleitung zum Bestimmen von Karbon- und Permpflanzen zu haben. Da in den vorigen Heften die präkarbonischen Pflanzen nicht behandelt sind, so sind hier einige kurze Mitteilungen darüber vorausgeschickt worden. Die Preuß. Geologische Landesanstalt hat zum Abdruck eine größere Anzahl Druckstöcke geliehen, andere stammen aus Potonié-Gothan, Lehrbuch der Paläobotanik, 2. Aufl., und andere sind neu gemacht worden. Wenn auch viele Arten ungenannt bleiben mußten und nicht abgebildet werden konnten, so hoffe ich doch, daß das Buch seinen Zweck, dem Sammler Hinweise über die nähere Hingehörigkeit einer Karbon- und Permpflanze zu geben, erfüllen wird.

Anatomisches wurde für solche Leser, die botanisch an den Fossilien interessiert sind und die nötigen botanischen Kenntnisse besitzen, nicht allzusehr vernachlässigt, mußte aber bei dem Charakter des Buches als Bestimmungsbuch zurücktreten. Die Kupferschieferflora ist noch mitbehandelt, obwohl schon dem „pflanzlichen Mesozoikum“ angehörig (Mesophytikum); die untere Gondwanaflora ebenfalls.

Berlin, im April 1923

W. Gothan

Inhaltsverzeichnis

Die pflanzlichen Leitfossilien des Karbons und Perms (Dyas)

Bereits im ersten Teil dieses Werkes S. 6 war das Pflanzenreich ebenfalls erwähnt worden. Da jedoch die Fortschritte in der Paläobotanik seitdem ganz außerordentliche gewesen sind, so kann die damalige Aufstellung nicht mehr als Unterlage dienen und wir geben im folgenden eine auf modernerer Grundlage beruhende Übersicht über das Pflanzenreich im Anschluß an das System von ENGLER (z. B. Syllabus der Pflanzenfamilien 8. Auflage 1919, mit einigen Ergänzungen und Modifikationen).

Übersicht über das Pflanzenreich mit Angaben des (ältesten) geologischen Vorkommens

1\. Abt. *Schizophyta*, Spaltpflanzen
- a) *Schizomycetes*, Bakterien, Spaltpilze. Angebl. schon Devon, sicher sehr alt.
- b) *Cyanophyceae*, Spaltalgen. Angebl. schon Praecambrium.

(2. Abt. *Myxothallophyta* usw., Schleimpilze.)

(3. Abt. *Flagellatae*.)

(4. Abt. *Dinoflagellatae* u. *Silicoflagellatae*.)

5\. Abt. *Bacillariophyta*, Kieselalgen, Diatomeen. Seit dem Jura, häufig seit Tertiär.

6\. Abt. *Conjugatae*. Fossil seit?

7\. Abt. *Chlorophyceae*, Grünalgen. Fossil fast nur die Familien:
- a) *Dasycladaceae (Siphoneae verticillatae)*. Seit Silur.
- b) *Codiaceae*. Wohl seit Kambrium.

8\. Abt. *Charophyta*, Armleuchtergewächse. Seit Jura, vielleicht schon paläoz. Verwandte.

9\. Abt. *Phaeophyceae*, Brauntange. Fossil?

10\. Abt. *Rhodophyceae*, Rottange, Rotalgen. Fossil die korallenartigen *Corallinaceae* seit der Kreide, wahrscheinl. aber ältere Verwandte.

11\. Abt. *Eumycetes*, Fungi, echte Pilze. Sicher sehr alt; *Phycomyceten* schon im älteren Devon, 1. Auftreten der Einzelgruppen wenig klar.

12\. Abt. *Embryophyta asiphonogama*, Archegoniatae.

1\. Unterabt. *Bryophyta, Muscineae*, Moose.
- a) *Hepaticae*, Lebermoose. Vielleicht schon palaeozoisch, sicher seit Keuper.
- b) *Musci*, Laubmoose. Sicher erst im Tertiär.

2. *Pteridophyta.*
   1. *Filicales*, Farne. Seit Oberdevon (ältere?). (Hydropterides, Wasserfarne, etwa seit dem Keuper.)
   2. *Articulatae (Equisetales, Pseudoborniales, Sphenophyllales* usw.). Seit Oberdevon.
   3. *Lycopodiales*, Bärlappe. Sicher seit Oberdevon.
   4. *Psilophytales.* Devon, namentlich älteres und mittleres Devon.

13. Abt. *Embryophyta Siphonogama*, Samenpflanzen (*Phanerogamen*).
   1. *Gymnospermae*, Nacktsamer.
      a) *Cycadofilicales, Pteridospermae*, „Samenfarne". Karbon und Perm (auch schon Oberdevon?).
      b) *Cordaitales*, Cordaitenbäume. Karbon bis Rotliegend.
      c) *Ginkgophyta*, Ginkgogewächse. Seit (? Oberdevon) Permokarbon.
      d) *Cycadophyta („Cycadales").* Seit Permokarbon.
      e) *Bennettitales.* Keuper bis untere (obere) Kreide.
      f) *Coniferae.* Sicher seit Rotliegend.
   2. *Angiospermae*, Bedecktsamer.
      a) *Monocotyledoneae*, Einkeimblättler. } Seit der älteren Kreide
      b) *Dicotyledoneae*, Zweikeimblättler. } (Gault-Albien).

Vorbemerkungen

Bei der Bestimmung sowie auch beim Sammeln von Pflanzenfossilien ist eine Reihe von Umständen zu berücksichtigen, die beim Sammeln und Bestimmen der fossilen Tierwelt wenig oder weniger in Betracht kommen, die aber gerade für denjenigen, der sich mit der fossilen Flora befaßt, von Wert sind. Bei den kleineren Tieren, Muscheln, Brachiopoden, Trilobiten usw. findet man häufig die ganzen Individuen bezw. deren Schalen und hat also gewissermaßen das ganze ehemalige Tier vor sich. Bei größeren Tieren, speziell bei Wirbeltieren findet man dagegen nur einzelne Teile, meistens Knochen, und hat durch Vornahme von Spezialstudien an den betreffenden Organen der lebenden Tiere die Eigentümlichkeiten dieser Teile des Tierkörpers in das richtige Licht zu rücken, und kann sie durch Vergleich mit den lebenden und fossilen Formen bestimmen. Bei der Pflanze tritt der Umstand, daß man nicht das ganze Individuum, sondern nur Teile davon in der Hand hat, man kann sagen, beinahe gewöhnlich ein. Von einer Pflanze, die nur einigermaßen große Dimensionen hat, ein größeres Kraut, ein Strauch oder Baum gewesen ist, findet man Stamm, Äste, Blätter, Zweige, Früchte, Blüten und entsprechende Organe meistens getrennt, und es hat oft erst größerer Mühe und genaueren Studiums bedurft, die Zusammengehörigkeit gewisser solcher Einzelfunde zu ein und derselben Pflanzenart herauszufinden. Ja in vielen Fällen, man kann sagen, in den meisten Fällen, hat eine solche Zusammengehörigkeit nicht bewiesen werden können. Einmal weil z. B. von einer Pflanze zufällig überhaupt nur die Blüten oder das Blatt erhalten blieb. Das andere Mal wurde

zwar die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe und Verwandtschaft erkannt, nicht aber konnte die Frage nach der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Art beantwortet werden. Dies kann nicht weiter Wunder nehmen, da ja die einzelnen Teile, von einander losgerissen, zerstückelt und räumlich getrennt, auch bei lebenden Pflanzen nicht ohne weiteres eine ehemalige Zusammengehörigkeit verraten würden. Glückliche Funde haben zwar im Laufe der Zeit die Paläobotanik in die Lage versetzt, einen großen Teil z. B. der Steinkohlenpflanzen in ihrem Gesamtaussehen und in ihren Einzelverhältnissen zu rekonstruieren. Da die einzelnen Teile vieler dieser Pflanzen getrennt gefunden wurden, so wurden viele zunächst von den Autoren für verschiedene Pflanzen gehalten und mit besonderen Namen belegt, und erst später erkannte man, daß eine ganze Anzahl dieser „verschiedenen" Fossilien zu einer Gattung oder eventuell sogar zu einer und derselben Art gehört haben. Man hat daher z. B. bei den Kalamiten für die Stämme besondere Namen (*Calamites*), für die Blätter (*Annularia*, *Asterophyllites*), für die Blüten (früher z. B. *Volkmannia*, *Bruckmannia* usw.), für die Wurzeln (*Pinnularia* und *Astromyelon*) usw. Da sich immer wieder auf dem Gestein sehr gewöhnlich die genannten Einzelorgane getrennt erhalten finden, so hat man auch nach der Erkennung der Zusammenhänge für die Teilorgane diese Namen beibehalten, so daß sich z. B. ein Kalamit oder ein Cordaites aus einem halben Dutzend verschiedener „Namen zusammensetzt". Obwohl der hierdurch geschaffene Namenballast ziemlich groß ist, hat man ihn aus praktischen Gründen vielfach beibehalten, weil die Namen zugleich anzeigen, welches Organ man beim Bestimmen der Pflanze zur Hand hatte. Nur in einigen Fällen ist man, meistens aus geschichtlichen Gründen, von dieser Art abgewichen.

Erschwerend ist weiter für die Paläobotanik, daß selbst ein und dasselbe Organ, insbesondere Stämme und Stengel der Pflanzen in verschiedener Erhaltungsweise auftreten können. Dies rührt daher, daß vor der Einbettung im Schlamm oder Sand usw. z. B. der eine Stamm mehr entrindet war, der andere ein großes, leicht wegfaulendes Mark besaß, dessen Hohlraum nun leicht von Schlamm erfüllt wurde; auf diese Weise bekam man in dem ersten Fall nicht die Außenfläche des Stammes, sondern einen mehr oder weniger entrindeten Stamm zu sehen, der anders aussieht, als die Rindenoberfläche; im zweiten Fall nur den Abguß des Markhohlraums, der, wiewohl oft sehr charakteristisch, wiederum ein von dem Äußeren des Stammes ganz abweichendes Bild liefert. Bei entrindeten Stücken geben oft die den Stamm durchziehenden Leitbündel noch besondere Skulpturen auf der Stammoberfläche her; diese Erhaltungsformen speziell der Stämme spielen in der Paläobotanik bei ihrer Häufigkeit oft eine große Rolle, und man muß jedenfalls wissen, was man sich unter ihnen vorzustellen hat. Die älteren Autoren hatten auch für sie zum Teil besondere Namen. Aus dem Gesagten leuchtet auch ein, daß das Bestimmen fossiler Pflanzen oft mit größeren Schwierigkeiten verknüpft ist als bei der Tierwelt; zum Erkennen beispielsweise eines bestimmten Farnblatttypus genügt es oft nicht, ein einzelnes Stück zur Hand zu nehmen, sondern man muß an dem betreffenden Fundort möglichst eine ganze Reihe von Blättern desselben Typus sammeln, um einen Überblick zu gewinnen über die Gesamtformenwelt, die dort vertreten ist. —

Außerdem müssen wir hier, wenn auch nur kurz, auf die bei den Pflanzen eine größere Rolle spielende verschiedene Art der Fossilisation aufmerksam machen, über die näheres z. B. in GOTHAN-POTONIÉ (Lehrbuch der Paläobotanik 1921 oder im Paläobotanischen Praktikum 1912) nachzusehen ist. Man kann bei den Pflanzenfossilien insbesondere zwei Arten fossiler Erhaltung unterscheiden. In Wirklichkeit vielleicht noch mehr, jedoch wollen wir uns hier auf diese beiden wichtigsten beschränken, die zu kennen sowohl beim Sammeln als auch bei der Präparation und beim Bestimmen notwendig ist. Nach der Einbettung in Schiefer, Sandstein usw. werden die Pflanzenfossilien entweder zu Kohle (kohlige Erhaltung) oder echt versteinert (echte Versteinerung, strukturzeigende Erhaltung, Petrifaktions der Engländer. Intus-

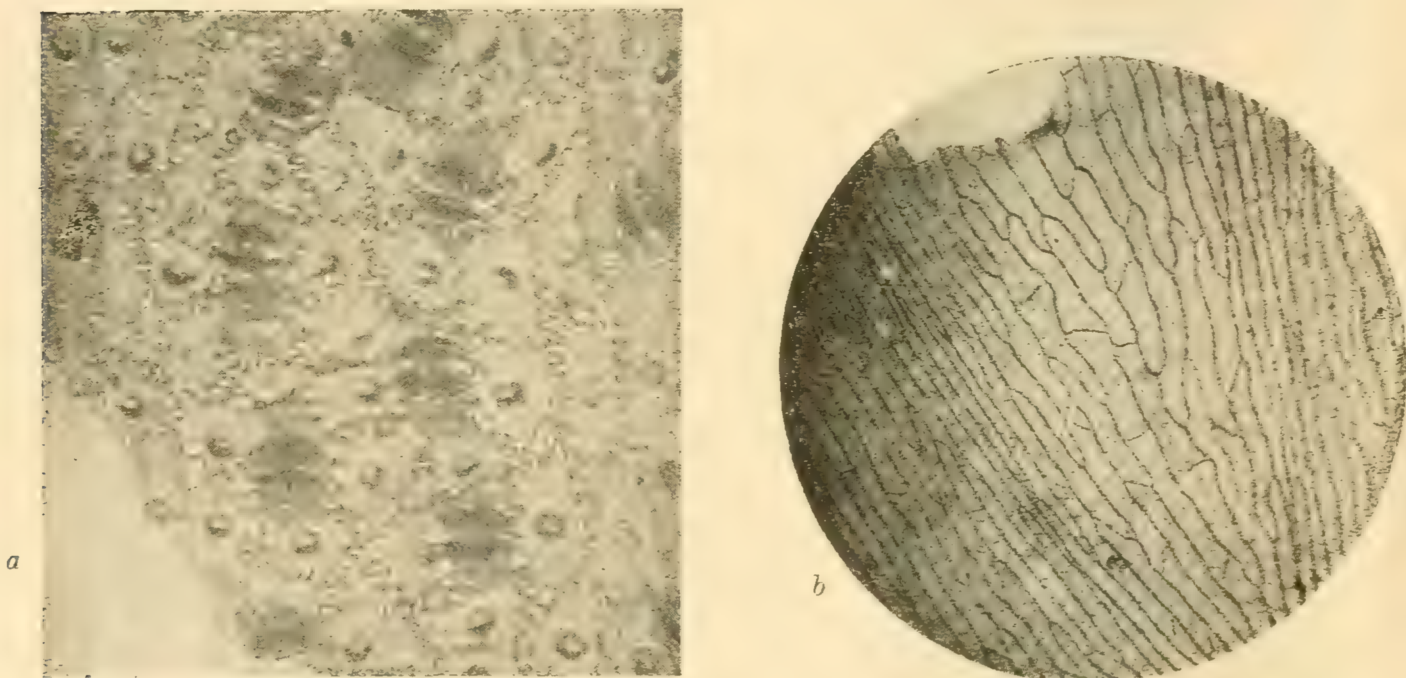


Fig. 1. Epidermen, durch Mazeration von kohligen „Abdrücken" erhalten. *a* Blattepidermis von *Dictyozamites* aus dem Lias; *b* von *Mariopteris muricata* aus dem Prod. Karbon.

krustate). Die erste Erhaltung ist allbekannt, sowohl für größere Pflanzenmassen, die zu homogener Kohle geworden sind, als auch für Einzelstücke, die in kohliger Erhaltung im Schiefer usw. sich finden. Hierbei ist zu bedenken, daß die Kohlenschicht, die man in vielen Fällen auf dem Schiefer erblickt, nicht, wie man gewöhnlich sagt, ein Pflanzenabdruck ist, sondern die Pflanze selbst darstellt, deren Substanz in Kohle umgewandelt ist. Dies letztere ist von Wichtigkeit für eine eventuell mögliche feinere Präparation derartiger Pflanzen; man kann an ihnen nicht nur, wie man früher glaubte, die äußere Form, Aderung und einige sonstige Einzelheiten beobachten, sondern bei guter Erhaltung noch vieles unter dem Mikroskop sichtbar machen. Zu dem Zweck wird die kohlige Pflanze mit bleichenden und oxydierenden Mitteln, insbesondere mit dem sogenannten Schulzeschen Reagens (Salpetersäure und chlorsaures Kali) behandelt. Bringt man die Pflanzenreste nach genügender Einwirkung in Alkali z. B. in Ammoniak, so wird der größte Teil in Form von Humusstoffen gelöst, widerstandsfähigere Gewebsteile insbesondere

Blatthäute, Sporen, Blütenpollen usw. werden jedoch nicht aufgelöst, sondern bleiben übrig und lassen sich unter dem Mikroskop noch beobachten (Vergl. z. B. Fig. 1).

Die andere Erhaltungsform, die wir als echte Versteinerung bezeichneten, kann zustande kommen, wenn in dem einbettenden, umhüllenden Gesteinsmedium sich eine Minerallösung befindet, z. B. kohlensaurer Kalk oder Kieselsäure; auch andere Materialien kommen in Betracht. In diesem Fall kann die Pflanze, wie überhaupt Fossilien, als Niederschlagszentrum wirken. Es entstehen dann um die Fossilien herum durch den Niederschlag der gelösten Mineralsubstanz Verfestigungszonen, die später als Konkretionen aus dem Gestein herausgeschlagen werden können und beim Aufschlagen im Zentrum noch das Fossil erkennen lassen. Oder — und in diesem Falle würde das zustandekommen, was wir als echte Versteinerung oder strukturbietende Pflanzenfossilien (Intuskrustate), bezeichnen — die Versteinerungssubstanz schlägt sich im Innern der Zellen in den Zellenhohlräumen nieder und ersetzt außerdem die allmählich sich zersetzenden Zellenwände selber, von denen ein Teil oft noch als organische kohlige färbende Humussubstanz erhalten bleibt. Als Endresultat dieses Prozesses haben wir dann ein in Kalk, Kieselsäure usw. verwandeltes Pflanzenfossil vor uns, das, wie man beim Anschleifen oder der Herstellung von Dünnschliffen erkennt, die innere Struktur noch sehr gut erhalten zeigt und uns gestattet, die Anatomie mancher fossilen ebenso gut zu studieren wie die von lebenden Pflanzen (Taf. I). Bei der letzten Erhaltungsweise ist besonders zu bedenken, daß die Vorkommen von strukturzeigenden Pflanzen oft äußerlich nichts von ihrem Inhalt verraten. Während man bei fossilen Hölzern z. B. die äußere Form der Pflanze noch sehr gut erhalten sieht, gibt es Kieselschichten, Kieselknollen, phosphoritische, kalkige, dolomitische Knollen usw., die, äußerlich mehr oder weniger glatt oder unscheinbar aussehend, trotzdem im Innern vollständig von lauter echt versteinerten strukturzeigenden Pflanzen erfüllt sein können. Dies ist z. B. der Fall, bei den sogenannten Dolomitknollen oder Torfdolomiten aus gewissen Steinkohlenflözen, die äußerlich nichts von ihrem wissenschaftlich außerordentlich wertvollen und interessanten Inhalt verraten. Dem Charakter dieses Buches entsprechend, können wir auf diese Art der Pflanzenversteinerungen nur nebenher eingehen, da ihre Beschreibung einmal im vorgesehenen Raume nicht möglich, zweitens rein botanisch-anatomisch sein würde; als Leitfossilien kommen sie, obwohl bei genügender Übung leicht kenntlich, auch darum weniger in Frage, weil ihre Präparation in Dünnschliffen umständlich und schwierig ist; es sind jedenfalls nicht Leitfossilien im Sinne dieses Buches.

Während wir bezüglich des geologischen Vorkommens keine näheren Erläuterungen nötig haben, da für das Karbon u. a. die Tab. S. 18/19 und die anderen ausreichen, seien hier noch in den Vorbemerkungen einige Fingerzeige bezüglich der im Text gebrauchten geographischen Bezeichnungsweisen gemacht. Man unterscheidet bei den Steinkohlenbecken nach dem Vorgange des Geologen NAUMANN, die paralischen (vom Griechischen παρα an, bei und ἅλς Meer) und limnischen oder Binnenbecken. Als paralische Becken werden diejenigen bezeichnet, bei denen sich (meistens in bestimmten Horizonten) zwischen den im übrigen terrestrischen Kohlen-, Schiefer- und Sandsteinab-

lagerungen einzelne Horizonte mit Meeresfauna (marine Horizonte) einstellen, die zeigen, daß zu gewissen Zeiten das Meer die Landablagerungen hat überfluten und seine Spuren in Form einer tierischen Lebewelt zurücklassen können. Zu diesen paralischen Becken gehören in Europa ein Teil der englischen Kohlenvorkommen, der nordfranzösisch, belgisch, rheinländisch-westfälische Komplex, das oberschlesische und auch das Donetzbecken in Rußland. Die Lage dieser Becken wird bestimmt (bis auf das letzte) durch die alten Gebirgslinien der Steinkohlenzeit, deren westlicher Zug (von Irland über die Bretagne durch Nordfrankreich nach dem französischen Zentralplateau zu verlaufend) nach SUESS der armorikanische Gebirgszug genannt wird,

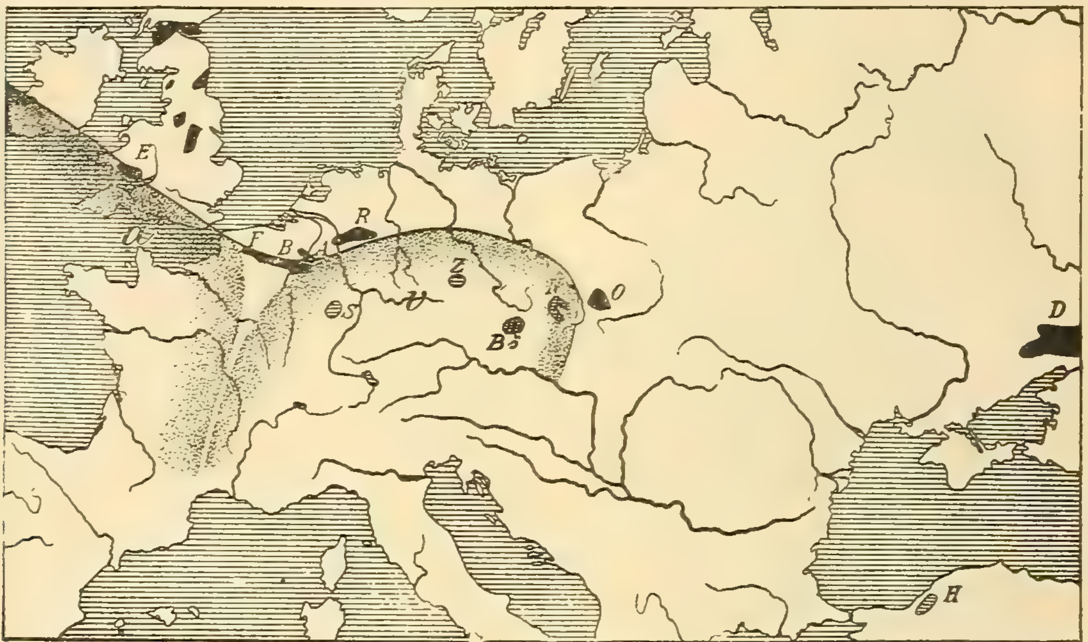


Fig. 2. Kärtchen zur Darstellung der Lage der wichtigeren mitteleuropäischen Kohlenbecken. *E* = englische Becken; *F-B-A-R* = Französisch-belgisch-limburgisch-Aachener-Ruhr-Komplex; *O* = Oberschlesisches Becken; *S* = Saarrevier; *Z* = Zwickauer Rev.; *N* = Niederschles. Rev.; *Bö* = Böhm. Becken; *H* = Eregli; *D* = Donetzbecken. Paralische Becken schwarz, Binnen-(limnische)Becken schraffiert. *a* = armorikanischer, *v* = varistischer Gebirgsbogen.

während der östliche von Oberschlesien über das Ruhrrevier, Aachen, Belgien ebenfalls auf das französische Zentralplateau zulief und den Namen varistischer Gebirgszug erhielt. Die innerhalb oder jenseits dieser Gebirgszüge gelegenen meist kleineren Steinkohlenbecken entbehren vollständig der marinen Zwischenlagerungen und sind deswegen rein terrestrische Süßwasserbildungen. Zu ihnen gehören in Europa z. B. die zahlreichen kleineren und größeren Becken in Zentralfrankreich, das Saarbecken, das Zwickauer, die mittelböhmischen und das niederschlesische Becken. Wir werden uns später bei den Vorkommensbezeichnungen gewisser Karbonpflanzen dieser Ausdrücke bedienen, die kurz und prägnant das Vorkommen bezeichnen und verweisen noch auf die Darstellung in dem kleinen Kärtchen Fig. 2, das das eben Gesagte deutlich und übersichtlich darstellt.

Als Leitfossilien spielen die niedriger organisierten Pflanzen, insbesondere die Algen (und Pilze) keine nennenswerte Rolle, wenigstens nur eine

geringe im Vergleich zu den fossilen Landpflanzen, die besonders im Carbon und Perm eine führende Rolle unter den Fossilien übernehmen, da die betreffenden Ablagerungen an vielen Stellen so zu sagen ausschließlich als terrestrische Bildungen entwickelt sind. Im wesentlichen wird daher in dem vorliegenden Teil nur von den Landpflanzen die Rede sein. Die übrigen können nur nebenher gestreift werden. —

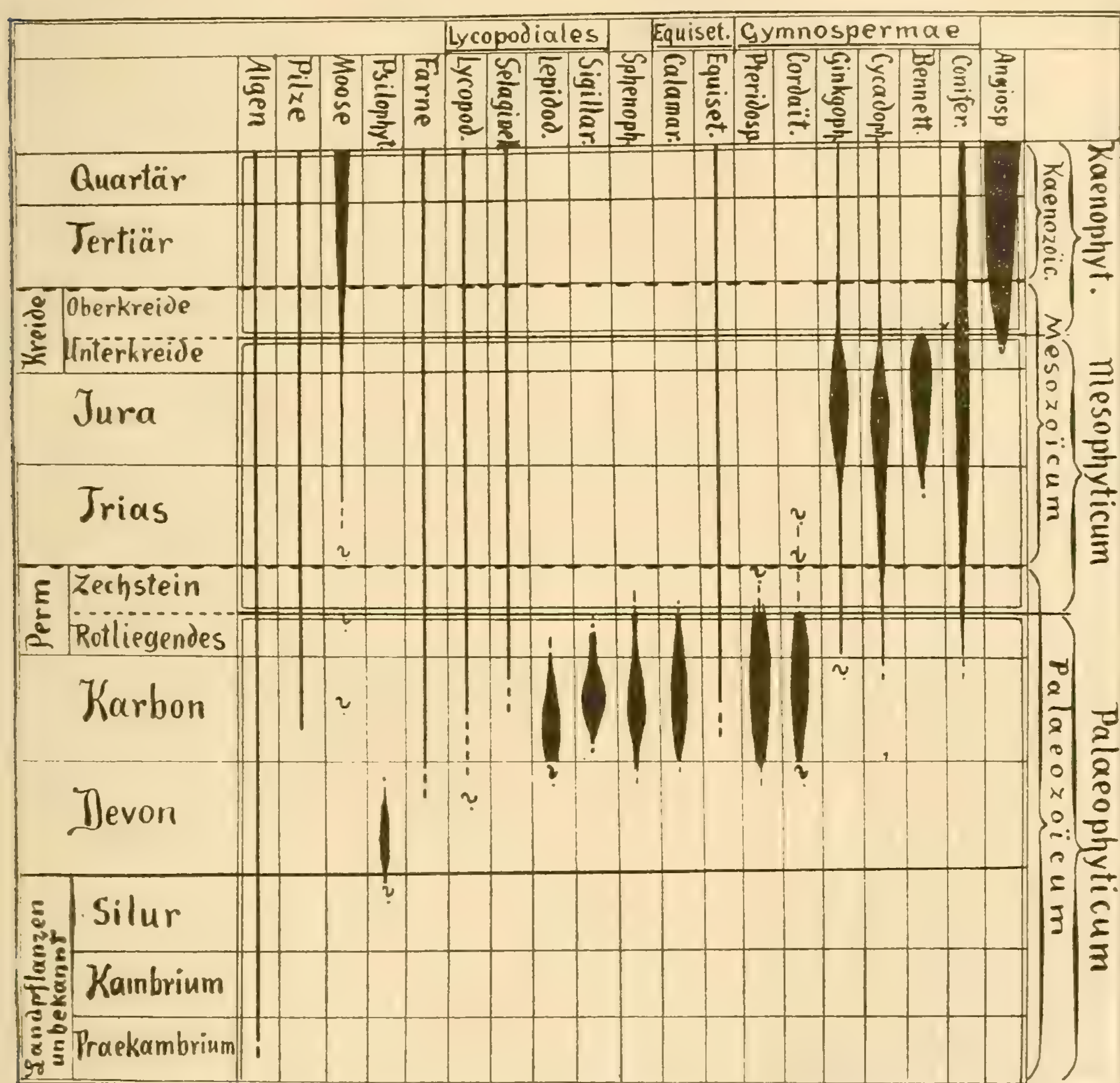


Fig. 3. Geologisches Vorkommen der wichtigsten Pflanzengruppen. (Pilze sind bis zum Devon bekannt, die Linie ist daher zu verlängern.)

Obwohl in diesem Teil eigentlich nur die Pflanzen des Karbons und Perms behandelt werden sollen, müssen wir doch auch einen kurzen Blick auf einige Formen früherer Formationen werfen, die auch als Leitfossilien Bedeutung haben, von denen an Landpflanzen insbesondere die *Psilophyten* des älteren Devons in neuerer Zeit eine solche Wichtigkeit gewonnen haben, daß auch in diesem Werk eine Übergehung nicht möglich ist. Das geologische Vorkommen der einzelnen Pflanzengruppen ist schon aus der Tabelle Fig. 3 ersichtlich, die einerseits einige irrtümliche Angaben aus Lieferung II korrigiert.

andererseits auch gleichzeitig die vergleichsweise Unterteilung der geologischen Formationen auf Grund der Pflanzenwelt enthält, die mit den gewöhnlichen Unterscheidungen der großen Perioden der Entwicklung nicht übereinkommt. Die Gründe hierfür können hier nicht näher betrachtet werden, wir verweisen deswegen auf GOTHAN „Lehrbuch der Paläobotanik“ 2. Auflage S. 443, aus dem die Darstellung entnommen ist.

1. Die Pflanzenwelt des Kambriums

Landpflanzen sind aus dem Kambrium nicht bekannt, nur marine Algen oder algenähnliche Körper werden angegeben. In neuerer Zeit sehen die Amerikaner im Präkambrium in Nordamerika an gewissen Stellen massenhaft vorkommende eigentümlich gestaltete Kalkkörper von verschiedener Form als Algen an, die sie mit der Familie der heutigen Blaugrünalgen (*Cyanophyceen*) in Verbindung bringen, doch dürfte einerseits die Algennatur dieser Objekte nicht ganz sicher feststehen[1]), andererseits treten sie in größerer Menge leider nur in Nordamerika, hier allerdings gesteinsbildend auf, so daß man sie nicht generell als Leitfossilien bewerten kann, und wir lassen es daher bei der Erwähnung genügen. Im Kambrium werden sonst z. B. bereits eigentümliche Siphoneen angegeben, wenigstens rechnet man gewisse kleine meist erst im Mikroskop genauer sichtbare Organismen wie die Girvanellen (wie Fig. 4) hierher, die schon im Kambrium vorkommen, die aber als Leitfossilien ebenso wenig bezeichnet werden können, als etwa andere Algen des Kambriums. Als kambrischer Seetang galt lange das unter dem Namen *Phycodes* bekannte Problematikum z. B. aus dem Thüringer Kambrium. Obwohl es selber sicher kein Organismus ist, sondern höchstens unter Mitwirkung von solchen zustande gekommen ist, kann man ihm doch eine gewisse Rolle als Leitfossil nicht absprechen, da derartige Körper außerhalb des Kambriums noch kaum gefunden sind. Wir übergehen noch andere, etwa als Pflanzen anzusehende Formen dieser Formation und bemerken bei Gelegenheit der *Phycoden* gleich allgemein, daß wir auch unter den Leitfossilien der späteren Formationen alle solchen fortlassen werden, die man unter dem Namen Pseudofossilien zusammenfaßt. Diese Problematika sind ja zum Teil ganz sicher unter Mitwirkung von Organismen zustande gekommen (als Kriechspuren von irgendwelchen Tieren, als Wurmröhren usw.) und manche Formen von ihnen haben ja für die Erkennung mancher Schichten, wie die oben genannten *Phycoden* ihre Bedeutung, sind jedoch keine Fossilien im strengen Sinne und bleiben deswegen hier unerwähnt. Wir erwähnen das ausdrücklich, weil viele von ihnen als Pflanzen, speziell als Algen, beschrieben worden sind und demgemäß die Paläobotaniker am meisten Ursache hatten, sich mit diesen merkwürdigen Objekten zu befassen.

2. Die Pflanzenwelt des Silurs

Allzuviel ist auch über diese nicht zu sagen. Auch hier sind es noch meist marine Algen irgend welcher Art, von denen besonders die aus dem

[1]) HOLTEDAHL hat im Perm Englands u. a. O. ähnliche Gebilde gefunden, die er für anorganischer Natur hält (Amer. Journ. Soc. 1921, S. 195).

Silur bekannten „gequirlten Siphoneen“ (*Siphoneae verticillatae*) hier den Anfang nehmen und z. B. in gewissen Schichten des baltischen Silur so zahlreich auftreten, daß sie direkt als Gesteinsbildner wirken und auch für diese als leitend angesehen werden können. Solche „Siphoneenkalke“ finden sich im norddeutschen Diluvium oft als Geschiebe (Fig. 4). Auch die bereits eben genannten Girvanellen finden sich im Silur wieder; sie finden sich mit Vorliebe in oolithischen Gesteinen und umhüllen (umkrusten) oft die einzelnen Oolitkörner etwa wie Fig. 4. Landpflanzen sind aus dem Silur, wenn man von einem einzigen Funde absieht, der sehr wahrscheinlich eine solche dar stellt, nicht bekannt. Dies muß ausdrücklich hervorgehoben werden, einerseits weil in Lieferung I dieses Werkes (auch in gewissen Lehrbüchern) noch irrtümlich das Auftreten von Farnen und überhaupt Pteridophyten im Silur behauptet wird, andererseits weil durch Irrtümer verschiedener deutscher Geologen eine Anzahl Schichten mit Landpflanzen in das Silur versetzt worden sind, die in Wirklichkeit viel jünger und zwar wohl meist als oberdevonisch bis kulmisch anzusehen sind. So findet man z. B. in der Silur- und Kulmflora von POTONIÉ (Abhandl. Pr. Geologische Landesanstalt N. F. 36, 1901) aus dem Silur eine Anzahl farnartiger Typen (Sphenopteridium usw.) aus dem Dillgebiet, aus dem Harz eine Menge von Lepidophyten u. a. (auch aus der Magdeburger Gegend) aus angeblichem Silur angegeben; alle diese Angaben sind unrichtig, und auch von den Geologen wird neuerdings die Berechtigung des Standpunktes, den die Paläobotanik in dieser Frage seit langem eingenommen hat, zugegeben; es wird anerkannt werden müssen, daß die silurische Landflora sehr bedauerlichen Irrtümern stratigraphisch arbeitender Geologen ihren Ursprung verdankt. Da diese angeblichen Silurpflanzen mit der älteren Devonflora keine Ähnlichkeiten und keine Beziehungen aufweisen, wohl aber in erster Linie mit der oberdevonisch-kulmischen Flora, ergibt sich die Unhaltbarkeit des Standpunktes der „Silurgeologen“ von selbst.

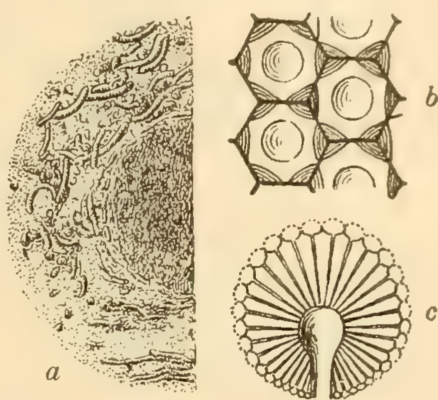


Fig. 4. *a Girvanella*, Fäden des Thallus vergrößert, um einen Oolith herum; *bc Cyclocrinus* sp., schematischer Längsschnitt, *b* Oberflächenskulptur, vergr. Beide aus dem Silur.

Erst ganz neuerdings ist im Obersilur von Gotland ein ganz isolierter Fund einer Landpflanze gemacht worden, die sich im Äußeren an die Psilophyten des älteren Devons anschließt, allerdings in ihrer Erhaltung zu wünschen übrig läßt. Dies ist der einzige bisherige Fund einer Landpflanze im Silur.

3. Die Devonflora

Unter den älteren Formationen ist das Devon die erste, aus der Landpflanzen in größerer Menge bekannt geworden sind. Floristisch läßt sich das Devon sehr gut in zwei Teile teilen, einen älteren, etwa bis an das obere Devon oder den oberen Teil des mittleren Devons reichenden, in dem als Leitpflanzen die Psilophyten vorwiegen und in dem fast alle Pflanzen blattlos oder nur mit kleinen schuppigen oder dornartigen Scheinblättern be-

setzt erscheinen; bei ihnen war die Bildung einer geaderten Blattspreite noch nicht oder nur in Andeutungen vorhanden; sie waren weiterhin meist von geringer Höhe, zum großen Teil krautig, und eine Differenzierung in (Haupt-) Stamm, Äste, Blätter usw. war noch nicht vorhanden oder erst zum Teil durchgeführt. Der zweite jüngere Abschnitt umfaßt das Oberdevon. Im übrigen ist nach den bisher bekannten Funden diese Psilophytenflora keineswegs so eintönig, wie man zunächst annehmen möchte. Die darin gefundenen Pflanzen jedoch tragen ausnahmslos im Verhältnis z. B. zu der karbonischen Flora den Charakter einer viel größeren Primitivität, haben zum Teil fast noch „algenartiges“ Aussehen.

Im Oberdevon hat sich in der Entwicklung der Landflora bereits ein gewaltiger Fortschritt vollzogen, insofern hier gerade das, was die Einfachheit der älteren Devonflora ausmacht, fast schon verschwunden ist und in beherrschender Menge Pflanzen bedeutend höherer Organisation vorhanden sind, mit Stamm, Ästen (zum Teil quirliger Verzweigung) und echten Blättern mit voller Spreite und Adern, in Formen, wie wir sie heute noch in verschiedenen Pflanzenfamilien kennen.

Der anatomische Bau der Stämme zeigt zum Teil schon die Charaktere späterer Gymnospermen. Demgemäß kann man zunächst sagen, daß hinsichtlich der Entwicklung der Pflanzenwelt die Grenze der Formationen nicht zwischen Oberdevon und Kulm liegt, sondern zwischen Oberdevon und Mitteldevon; auch hier fällt also ein Schnitt für die Entwicklung der Pflanzenwelt anders als für die Tierwelt, was in der Tabelle (Fig. 3) für die großen Entwicklungsperioden noch deutlicher zum Ausdruck kommt. Man kann auch sagen, die obere Devonflora ist physiognomisch mehr eine Karbonflora als Devonflora. Wir begnügen uns, aus der Devonflora im folgenden nur einige wichtige Typen zu betrachten.

a) Ältere Devon- oder Psilophytenflora

Psilophytales (Psilophyten im weiteren Sinne)

Psilophyton Dawson (griech. Nacktgewächs). Pflanze unregelmäßig verzweigt, Stämme bezw. Zweige bis etwa 1 cm dick (auch etwas dicker und dünner), bis etwa 1 m hoch. Die Stengel sind nackt oder mit kleinen Pusteln oder kleinen dornartig starren blattartigen Ansätzen versehen (nur sehr selten mit einer „moosartigen“ Beblätterung). Eigentliche Wurzeln sind nicht vorhanden, statt dessen im Boden kriechende Stammteile und Rhizome, die zum Teil nackt, zum Teil mit wurzelhaarartigen Organen versehen sind, wie sie bei unseren Moosen z. B. vorkommen. Pflanze am Gipfel oft farnartig eingerollt. Sporangien an dem Gipfel von Teilsprossen zu mehreren zusammenstehend, meist länglich. Psilophyten kommen in mehreren Arten, von denen die häufigste *Ps. princeps* Dawson (Fig. 5) ist, in unter- bis mitteldevonischen Schichten an verschiedenen Teilen der Erde vor, wie z. B. Nordamerika, Mitteleuropa, (England), Frankreich, Deutschland, Norwegen, Böhmen. Während man sie früher nur ihrer äußeren Beschaffenheit nach kannte, sind neuerdings durch überaus glückliche Funde in dem älteren schottischen Oldred-Sandstone

auch solche mit Struktur bekannt geworden, die zu den interessantesten Pflanzenfossilien gehören, die jemals gefunden worden sind. Obwohl es sich

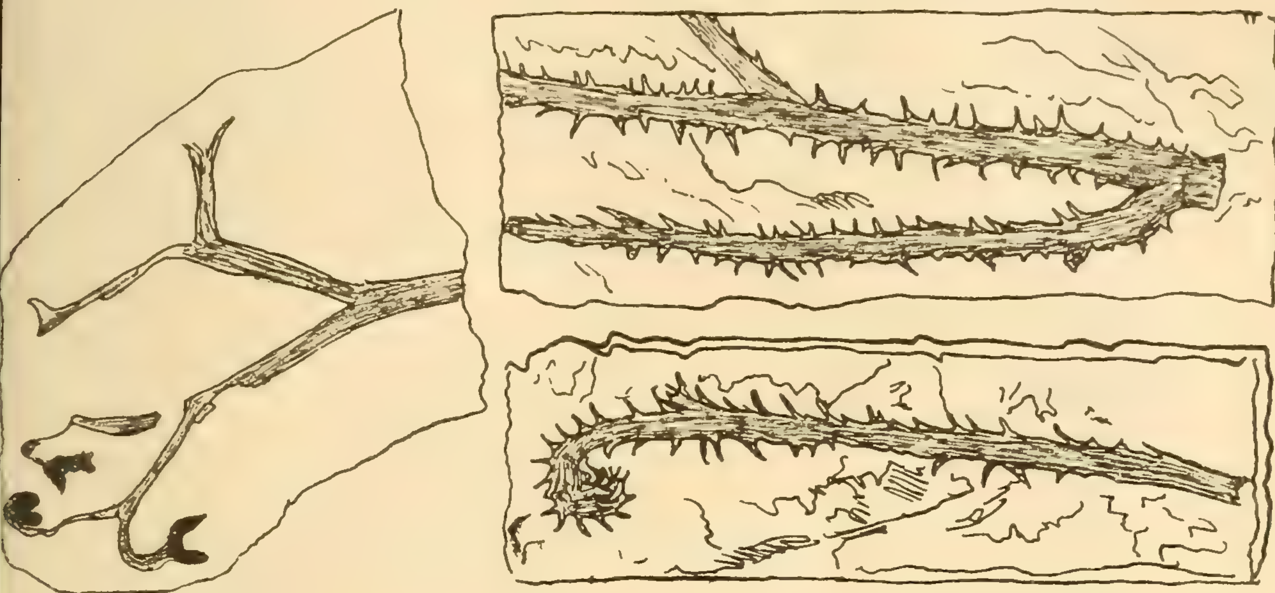


Fig. 5. *Psilophyton princeps* Dawson. Älteres Devon. Unten: Habitus; oben Sproßteil mit Sporangien.

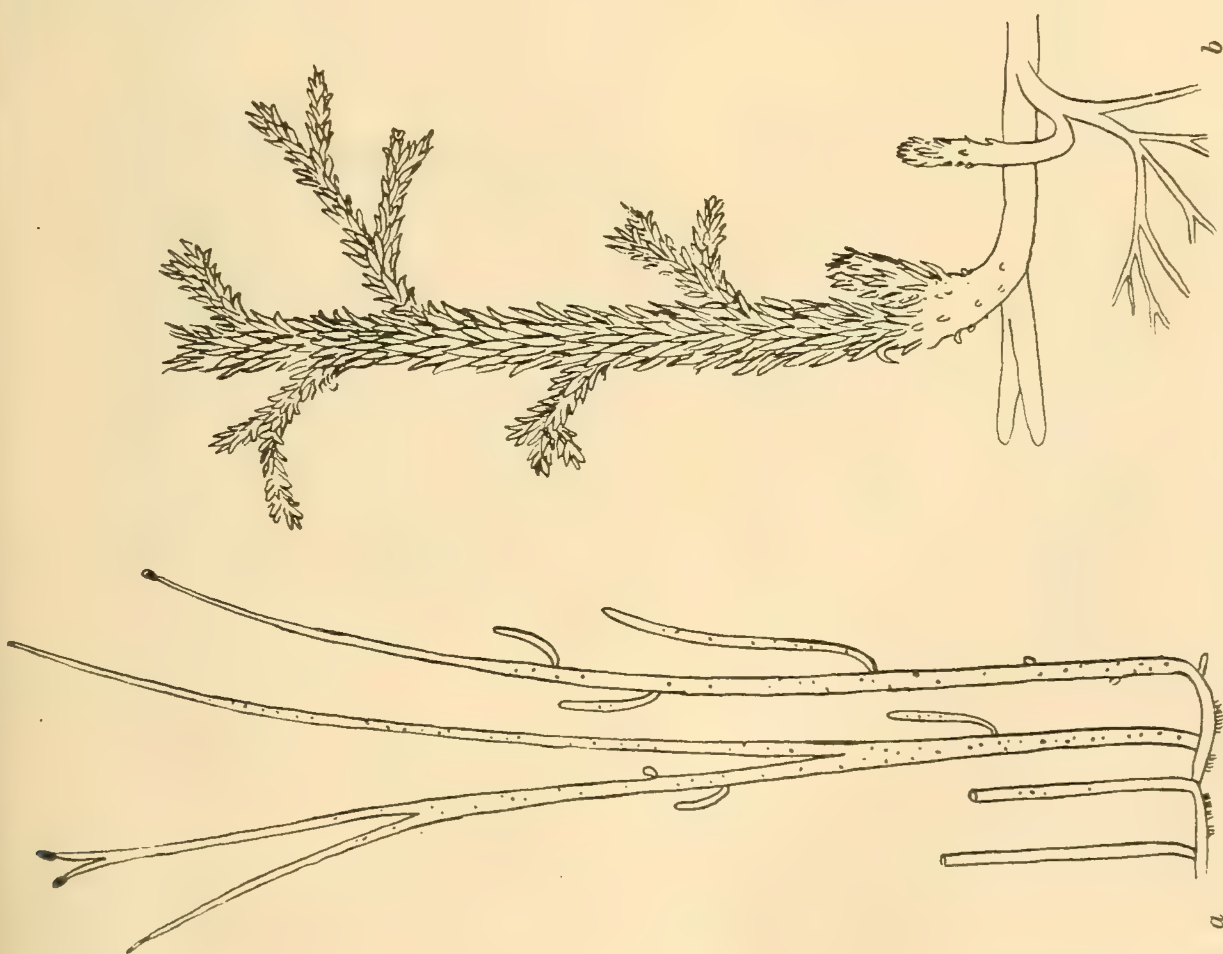


Fig. 6. *a* Rekonstruktion von *Rhynia Gwynne Vaughani* Kidston und Lang aus dem älteren Devon Schottlands, oben: Sporangien. *b* Desgl. von *Asteroxylon Mackiei* Kidston und Lang. Ebendaher. Nach Kidston und Lang.

bei der großen Seltenheit dieser Funde nicht um Leitfossilien im gewöhnlichen Sinne handelt, sei doch einiges darüber bemerkt. Die von den Autoren (Kidston und Lang) in der Familie der Rhyniaceen zusammengefaßten

Gattungen und Arten *Rhynia* und *Hornea* stehen offenbar den genannten Psilophyten so nahe, daß man sie als mit Struktur erhaltene Psilophyten ansprechen darf. Sie waren blattlos und hatten auch keine dornartigen Anhängsel, statt deren sie eigentümliche knollige Vorstülpungen (Rhynia Fig. 6 a) trugen, die mit den Spaltöffnungen in Zusammenhang zu stehen scheinen. Die Stengelstruktur war überaus einfach; um ein kleines zentrales Leitbündel legt sich ein Parenchym, das den Hauptteil des Stengels einnimmt und von einer dünnen Epidermis umgeben wird (Fig. 8 b). Die Sporangien sitzen endständig an Seitenzweigen und tragen zahlreiche Sporen einerlei Art; statt Wurzeln haben sie die bereits oben erwähnten Rhizoiden. Bei Hornea war das Sporangium mit einem Mittelsäulchen versehen, hat also einen etwas mooshaften Charakter (Fig. 7 b). In

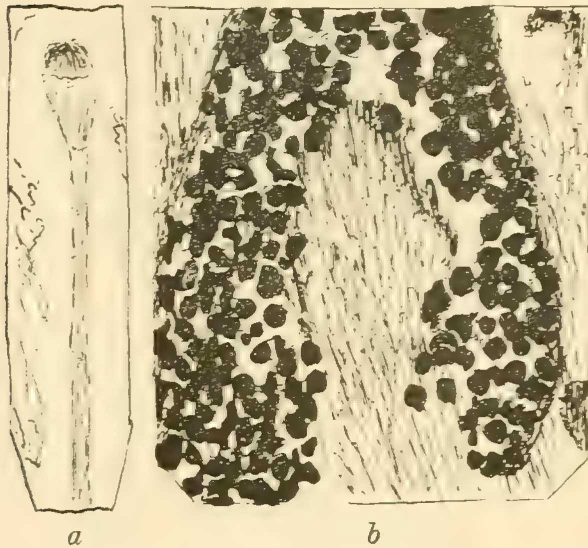


Fig. 7. *a Sporogonites exuberans* HALLE, mooskapselartiges Fossil aus dem Devon Norwegens. *b* Längsschnitt des Sporangiums von *Hornea* aus dem schottischen Devon mit Sporen und „Mittelsäulchen". Vergr.

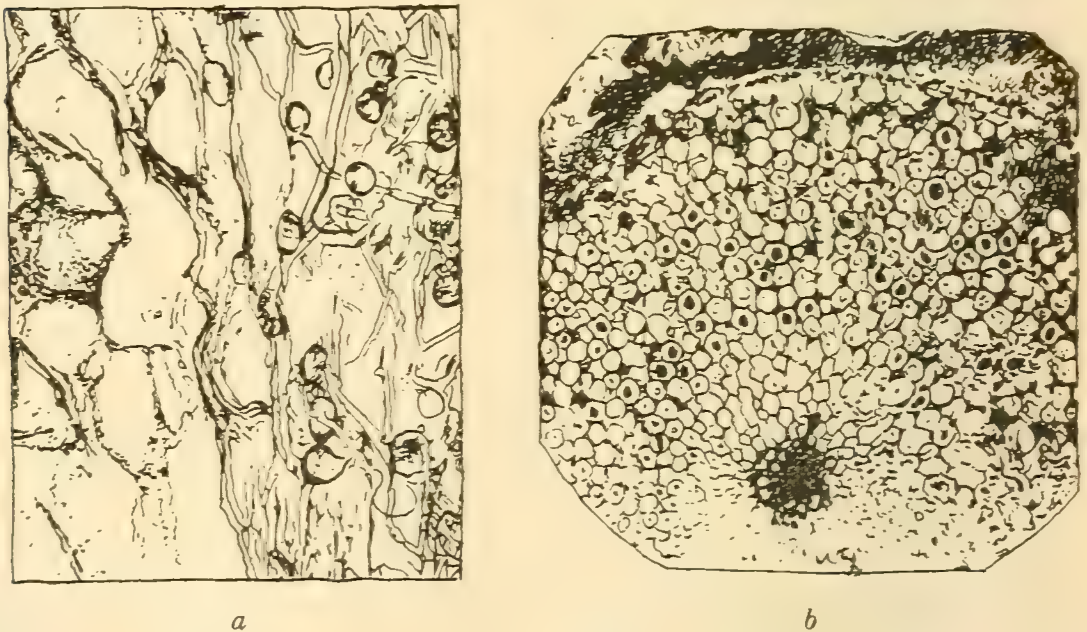


Fig. 8. *a* Pilze im Gewebe einer alt-devonischen Pflanze. *b* Teil des Querschnitts von *Rhynia* mit zentralem Leitbündel. Nach KIDSTON und LANG. Vergr.

dieser Beziehung erinnert es an einen Fund aus Norwegen, wo HALLE bei Röragen ein mooskapselartiges Fossil auf einem Stiele sitzend gefunden hatte (*Sporogonites*), das ebenfalls ein Mittelsäulchen im Sporangium zeigte (s. Fig. 7). Obwohl diese Pflanzen mit Moosen nichts zu tun haben, ist doch die Organisation des Sporangiums bei so alten Pflanzen recht interessant. Ebenfalls noch zu den Psilophytales gerechnet wird von den genannten beiden Autoren ein dritter bereits komplizierterer Typus (*Asteroxylon Mackiei* (T. I, 3; Fig. 6 b),

der mit den genannten zusammen vorkommt. Der Stengel ist hier dicht beblättert mit moosartigen aderlosen Blättern, Verzweigung ähnlich wie oben; die endständigen Sporangien sind bohnenförmig und zeigen die Sporen zu Tetraden zusammensitzend. Im Boden sind weder Wurzeln noch Wurzelhaare noch Rhizoiden vorhanden, doch müssen seitliche Auswüchse der Rhizome wohl Wurzelfunktion gehabt haben. Im Stengel ist in der Mitte ein sternförmiges Leitbündel (ähnlich wie bei Lycopodium). Am eigentümlichsten ist ein Teil der

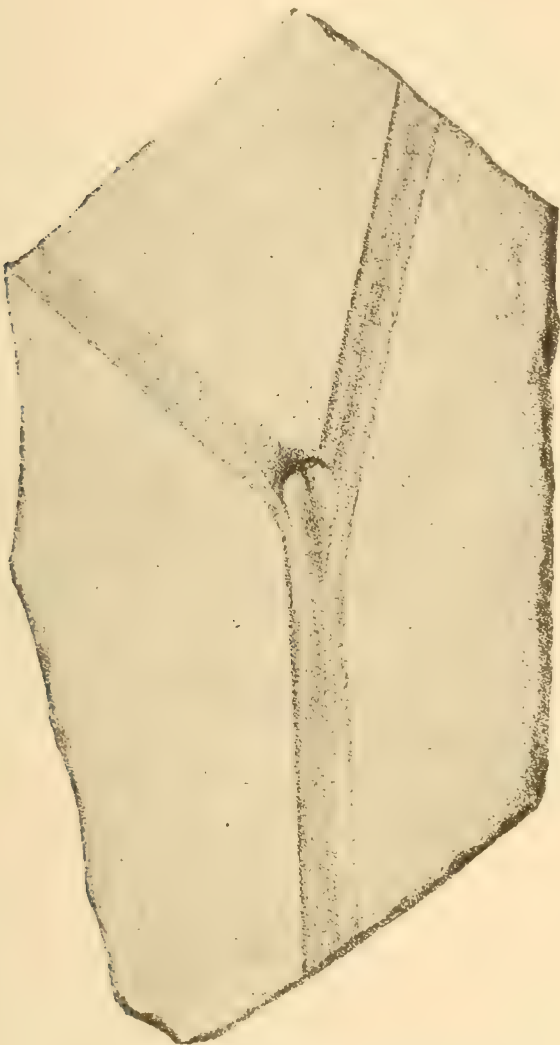


Fig. 9. *„Hostimella“* oder *„Aphyllopteris“* aus dem Devon, blattlose Stengel.



Fig. 10. *Pseudosporochnus* POTONIÉ u. BERNARD. böhm. Mitteldevon, Stengel mit Verzweigung am Gipfel, etwa $^1/_2$ bis $^1/_3$ nat. Gr.

Mittelrinde, der aus senkrecht stehenden Gewebeplatten besteht, zwischen denen große radial gestellte Gewebelücken offen bleiben. Von dem Zentralleitbündel gehen zahlreiche Blattspuren nach den Blättern hin, die jedoch nur bis zur Blattbasis gehen und und nicht in das Blatt eintreten, das aderlos bleibt (vergl. Fig. 6b).

Neben den Psilophyten treten noch eine Anzahl andere in ihrer Verwandtschaft meist problematische Pflanzenformen im älteren Devon auf. auf

die wir hier verzichten; zahlreich sind eigentümliche oft knickige blattlose Stengel (Aphyllopteris, Hostimella), die vielleicht wirklich blattlos waren (Fig. 9); die ältesten baumförmigen Gewächse scheinen auch um diese Zeit den Anfang genommen zu haben. Allerdings sind die Funde von solchen Gewächsen mit höheren Stämmen aus dem älteren d. h. hier mittleren Devon bisher außerordentlich spärlich und der als *Archäosigillaria primaeva* bezeichnete Stamm aus Nordamerika steht fast allein da. Wir erwähnen als höher werdendes Gewächs aus dieser Zeit noch den eigentümlichen *Pseudosporochnus* aus dem



Fig. 11. *a* Gipfel von *Pseudosporochnus* mit „Sporangien". (*b* vergr.). S. Fig. 10. Mitteldevon: Böhmen.

böhmischen Devon (Fig. 10, 11), der bis über 1 m hoch wurde. Er zeigt eine Art Stämmchen mit verdickter Basis, am Gipfel eine fächerartige Verzweigung, die nach oben immer feiner wird und schließlich in haarfeine Zweigteile ausläuft, die am Gipfel längliche kleine Sporangien getragen zu haben scheinen. Beblätterung fehlt auch hier und, wie bei den meisten Pflanzen dieser Periode, haben wohl Stengel und Zweige als tragende und ernährende (assimilierende) Organe zugleich dienen müssen.

b) Oberdevonflora

Wir hatten die Unterschiede dieser Flora von der älteren Devonflora bereits vorher kurz betrachtet; wir können die ältere Devonflora auch als eine Aphyllineen- oder Mikrophyllineenflora bezeichnen, im Gegensatz zu den

späteren und auch der oberdevonischen Flora, die eine ausgesprochene Makrophyllineenflora ist. D. h. die Pflanzen des älteren Devons tragen keine oder nur kümmerhafte Blätter, während die oberdevonischen und späteren mit spreitigen, unterschiedlich geaderten Blättern versehen sind. Nebenbei können wir hervorheben, daß sich die Entwicklung der Devonflora zwanglos als eine solche der fortdauernd besseren Anpassung der Pflanzen an das Luftleben verstehen läßt, während die ältere Devonflora noch habituell sehr an Wasserpflanzen, u. a. auch an Algen erinnert. Mikrophylle Pflanzen sind heute z. B.

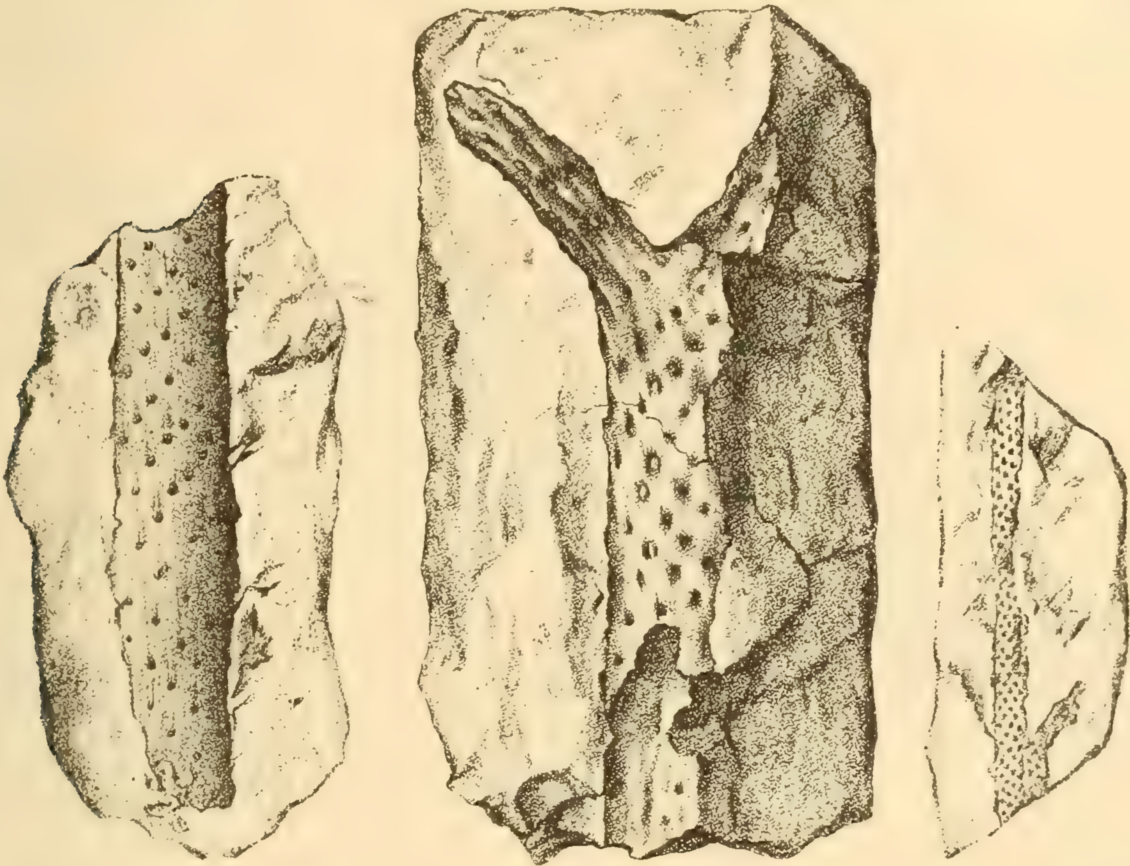


Fig. 12. *Cyclostigma Hercynium* WEISS. Aus der Tanner Grauwacke des Harzes. Die Narben stehen oft mehr quirlig. Meist im Oberdevon.

noch die Schachtelhalme (Equiseten), Lycopodien und die meisten Koniferen; makrophylle Pflanzen sind Farne, Ginkgo, die Laubblätter verschiedener Art usw.

Die wichtigsten Leitfossilien des Oberdevons setzen sich aus Lepidophyten, Articulaten (schachtelhalmartigen) und Pflanzen von Farnhabitus zusammen.

Cyclostigmataceae. Von dieser bisher meist zu den Lepidophyten gestellten Familie ist im Oberdevon (auch noch im Kulm) die Gattung *Cyclostigma* HAUGHT. (von *κυκλος* Kreis, *στιγμα* Narbe) stellenweise nicht selten (Bäreninsel, Irland, Deutschland). Die Gattung *Cyclostigma* wurde bisher meist mit *Bothrodendron* in Verbindung gebracht oder zusammengetan. Indes ist man auf Grund neuerer Untersuchungen hiervon abgekommen, da eine „Ligulargrube" nicht zu beobachten ist und demgemäß die Gruppe aus den ligulaten Lycopodiales überhaupt ausscheidet (s. S. 21). Von Cyclostigma sind Stämme bis vielleicht 10 cm oder

$^1/_4$ m Durchmesser bekannt, die auf der Oberfläche, meist in spiraliger Verteilung, auf den jüngeren Zweigen aber sehr oft in mehr quirlförmiger Stellung stehende kleine Blattnarben erkennen lassen, von denen an ganz jungen Zweigen Blätter ausgingen, die äußerlich den gewöhnlichen Habitus der Lepidophytenblätter zeigen. Die Närbchenskulptur ist nicht näher bekannt: mit *Bothrodrendon* teilt die Gattung aber die Neigung, besonders wenn es sich um an zweiter Lagerstätte befindliches Material handelt, Knorrien zu bilden, was mit einem ähnlichen Leitbündelverlauf im Stamme wie bei Lepidodendron usw. zusammenhängen muß (Fig. 12). Es scheinen kleine Sträucher oder Bäumchen gewesen zu sein mit gabeliger Verzweigung. Fruktifikationen sind nicht bekannt. Die Gattung wird neuerdings mit *Pinaco-*



Fig. 13. Stücke von *Archaeopteris hibernica* FORBES sp., rechts mit Sporangien. Oberdevon, Irland.

dendron Weiß vereinigt. Nach dem Fehlen der Ligula dürfte die Familie den *Lycopodiaceen* näher stehen als die *Lepidophyten*, von denen im Oberdevon erst sehr spärliche Spuren in Form einiger zweifelhafter Stammreste und stigmarienähnlicher Funde vorliegen.

Pseudobornia NATHORST (ψευδ- = falsch, Bornia alter Name für Calamiten). Stengel gegliedert (die älteste bekannte Gliederpflanze oder Articulate ist eine mit dem Namen Hyenia belegte Pflanze mit einer Art von Stengelgliederung, die aber nicht streng durchgeführt ist, an der Grenze von Mittel- und Oberdevon). Blattquirle aus zahlreichen zum Teil ziemlich großen fächerig geaderten am Rande stark zerschlitzten Blättern bestehend. Fruktifikation zapfenartig, Organisation aber nicht näher bekannt (Fig. 14), dickere Stengelglieder kalamitenartig. Isolierte Gruppe der Articulaten (S. 2). Bisher nur im Oberdevon der Häreninsel (*Ps. ursina* Nathorst).

Von den farnartigen Pflanzen ist nur die Gattung *Archaeopteris* (αρχαιος alt, πτερις Farn) von größerer Bedeutung, die für das obere Devon direkt leitend

ist: *Archaeopteris* DAWSON. Wedel rein fiedrig aufgebaut, zweimal gefiedert (wegen all dieser Ausdrücke s. unter Karbonflora S. 23ff.). Fiedern rhombisch bis rundlich, dicht stehend, vollspreitig oder fein zerschlitzt, Zwischenfiedern häufig, Seitenfiedern parallelrandig, mit fast gleich großen gleichartigen Fiedern besetzt. Die fertilen Wedel zeigen am Ende der Wedelteile gänzlich metamorphosierte Sporophylle oder der ganze Wedelteil ist in Sporophylle umgewandelt. Aderung fächerig, ohne Mittelader. Häufigste Art *Archaeopteris hibernica* FORBES sp. (Irland). Daneben *A. Roemeriana* GÖPPERT sp. und einige andere. Eine andere im übrigen genau so gebaute Gruppe zeigt die einzelnen Blätter fein zerschlitzt (*A. fissilis* SCHMALHAUSEN). Vorkommen im Oberdevon, Bäreninsel, Irland, Nordamerika, Belgien usw. (Fig. 13).

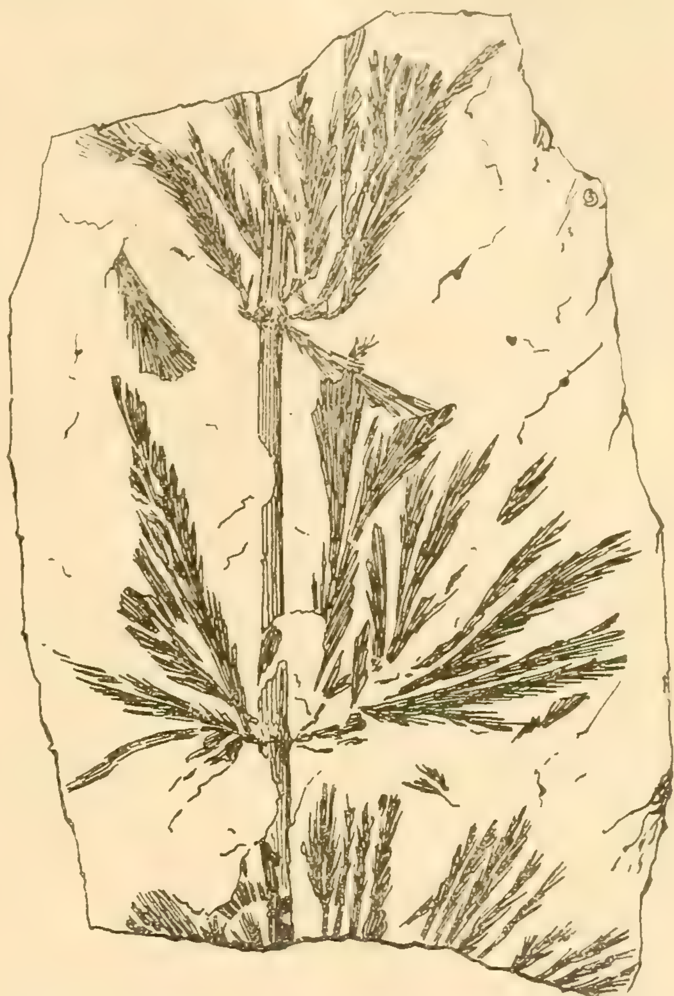


Fig. 14. *Pseudobornia ursina* NATH. Oberdevon der Bäreninsel.

Außer diesen genannten drei Formen kommen im Oberdevon noch einige farnähnliche Gewächse vor, neben denen besonders bemerkenswert die ersten Spuren der Sphenophyllen sind, sowie die unter dem Namen *Psygmophyllum* oder *Ginkgophyllum* bezeichneten großen ginkgoartigen Blätter, die unsicherer Verwandtschaft sind.

Flora des Karbon und Perm

Wir werden im folgenden innerhalb der systematischen Aufführung der karbonischen und permischen Flora die Pflanzenwelt der Steinkohlenformation und des Rotliegenden zusammen behandeln, da beide ganz allmählich und in mancher Beziehung unmerkbar ineinander übergehen. Die Kupferschieferflora des unteren Zechsteins und ihre Äquivalente werden außer in der systematischen Reihe anhangsweise noch besonders aufgeführt werden, da sie der Rotliegenden Flora fremder gegenübersteht als die jüngere Steinkohlenflora, obwohl nicht alle Fühlung zwischen der Rotliegenden und Kupferschieferflora fehlt.

Da es sich in dem vorliegenden Buch um ein Leitfossilienwerk handelt, bei dem also die Fossilien in erster Linie nach ihrem geologischen Wert und geologischen Vorkommen aufgeführt werden müssen, so ist auf eine genaue

Erweitert nach GOTHAN. Abhandl. d. Kgl. Pr. L.-A. N. F. H. 75.

Versuch der Parallelisierung einiger

		Oberschlesien	Niederschlesien	Ruhrbecken	Aachen / Wurm
Rotlieg.		Karniowicer Kalk	Rotliegend	?	
oberes Oberkarb. (Stéfan.) Ottw. Sch.		fehlen	Radowenzer und Idastollner Schichten	fehlen	fehlen
Mittleres Oberkarbon (Westfalien)	Muldengruppe			Piesberg, Ibbenbüren	
		Chelmer Schichten	? Hiatus	Lücke Fl. Bismarck	
		(Bradegrube) Obere	Hangendzug oder Schatzlar. Schichten bezw. untere	Gaskohlen	Lonchopteriden
		← Muldengruppe	Schwadowitzer (XaveristollnerSchicht.)	Fl. Catharina	Gr. Maria, Fl. 6
		Untere Muldengruppe		Fettkohlen Fl. Sonnenschein	Fl. Steinknipp
	Sattelgruppe	Einsiedelflöz	Reichhennersdorfer Schichten	Magerkohle	Gr.Karl-Friedrich
		Pochhammerflöz	↓ ?	Flözleeres	
Unteres Oberkarbon	Randgruppe obere	Leogr., Emmagr., Hoymgr. usw.	Großes Mittel	Flözleeres ↓	
		Loslauer Schichten			
	untere	Hultschin-Petzkowitzer Gruppe	Waldenburger Schichten		
Unter-Karbon		Kulm	Kulm	Kulm, Kohlenkalk	

mitteleuropäischer Steinkohlenbecken

Aachen / Inde	Belgien: Lüttich	Belgien: Charleroi	Nordfrankreich	Saarbecken	England
				Rotliegend	
fehlen	fehlen	fehlen	fehlen	Ottweiler Schichten	fehlen
		Flénus bei Mons	Zone supérieure (C)	Obere Flammkohle	Upper coal measures
				Untere Flammkohle	Transition
Horizont	Faisceau St. Gilles F. de Liège	Assise	Zone moyenne (B)	Fettkohle	Middle coal measures
	Flöz Gr. Bac.	de Charleroi			
Binnenwerke	Faisceau de Séraing Flöz Stenaye =	veine au Gros etc.			
Breitganghoriz.					
Außenwerke	F. d'Huy	Assise de Châtelet	Zone inférieure (A)		Lower coal measures
↓ ?	↓ ?	↓ ?	↓ ?		Millstonegrit
	H 1 c Poudingue houill.				
	H 1 b				
Wilhelmine-stufe	Namurien: Andenne-Stufe	Andenne-Stufe	Annoeullin		
		H 1 a Ampélites de Chokier (Baudour)	(Basse Loire)		Carbonif. Limest.
Kohlenkalk	Kohlenkalk		Kohlenkalk Kulm (Roannes)		Calciferous Limestone (Schottl.)

Horizontbezeichnung besonderer Wert gelegt worden. Es muß jedoch gesagt werden, daß in dieser Beziehung in Deutschland, aber auch in anderen Ländern gewisse Schwierigkeiten bestehen, was die Bezeichnung der einzelnen Teilschichten oder Schichtenkomplexe der Steinkohlenformation anlangt. Insbesondere wird in Deutschland eine durchgehende gleichförmige Bezeichnung der Hauptabteilungen der Steinkohlenschichten vermißt, wie sie die Franzosen und Engländer in Ausdrücken wie „Westfalien, Stefanien" usw. haben. Es ist das sehr bedauerlich und wenn auch in mancher Beziehung noch Fragezeichen bestehen (s. Tab. S. 18), so wollen wir uns hier jedenfalls nach den Angaben der Parallelisierungstabelle richten, unbeschadet späterer Änderungen und Ergänzungen. Man behilft sich in Deutschland vielfach mit Ausdrücken wie: Ottweiler Schichten, Saarbrücker Schichten, Waldenburger Schichten, die von Schichtenkomplexen in Lokalbecken hergenommen sind und nun auch auf andere in ihrer Entwicklung total verschiedene Becken übertragen werden. So z. B. wurde der Ausdruck „Saarbrücker" Schichten auf den ganzen Komplex des oberschlesischen Karbons oberhalb der Sattelflözschichten angewandt oder auch wohl auf die Westfälischen Schichten oberhalb von Flöz Sonnenschein, (sogar einschl. Magerkohle), beides ganz sicher unrichtig, insofern als die tiefsten in Saarbrücken entwickelten Steinkohlenschichten ganz gewiß nicht in so tiefe Horizonte hinunterreichen, und die Äquivalente der oberen Saarbrücker Schichten, der Saarbrücker Flammkohle, $\pm$ fehlen, wie die vorgenommene Vergleichung vermuten läßt. Wir werden der Methode, Lokalnamen auf andere Beckenkomplexe zu übertragen, nicht folgen und bedienen uns im übrigen der Bezeichnungen, die in der Tabelle S. 18 angedeutet sind, die zugleich angibt, welche Schichten der einzelnen Länder und Vorkommen von uns miteinander verglichen werden. Wir teilen demgemäß das Karbon ein in Unterkarbon (Kulm, Kohlenkalk), meist das flözfreie Steinkohlengebirge repräsentierend, und Oberkarbon, meist sämtliche Flöz führenden Schichten enthaltend. Das Oberkarbon zerfällt in unteres Oberkarbon („Waldenburger", „Ostrauer" usw. Schichten), dessen Begrenzung sich aus der Tabelle ergibt, und mittleres Oberkarbon, das ungefähr mit dem übereinstimmt, was die Franzosen bezw. Engländer als Westfalien bezeichnen. Darüber folgt das obere Oberkarbon, in vielen Lehrbüchern als Ottweiler Stufe bezeichnet, bei den Franzosen und Engländern Stefanien. Auf diese legt sich das Rotliegende auf. Die Unterabteilung der einzelnen Karbonschichten erfolgt nach den Bedürfnissen, die sich in den einzelnen Steinkohlenbecken ergeben, bezüglich deren ebenfalls auf die Tabelle verwiesen werden muß. Eine besonders ausgezeichnete Zone des mittleren Oberkarbons, die sich in sehr vielen Steinkohlenbecken wiederfinden läßt, ist die Lonchopteridenzone, nach der dafür besonders charakteristischen Gattung Lonchopteris bezeichnet, ein Komplex der im Ruhrrevier nur etwa eine Mächtigkeit von 250 m umfaßt (Flöz Katharina bis Zollverein), nach Westen etwas mächtiger wird. Es wäre natürlich wünschenswert, für verschiedene Becken auch einheitliche Namen von Unterabteilungen der Teilstufen des Oberkarbons zu haben, indes wird man in dieser Richtung wohl niemals das wünschenswerte Ziel erreichen und tut besser, an den Lokalnamen der Teilstufen, die in den einzelnen Becken gebräuchlich sind, festzuhalten.

Wir wenden uns nunmehr zur Beschreibung der Leitfossilien selber.

Pteridophyta (Gefäßkryptogamen[1]).

Zu diesen gehören außer den Familien der Farne verschiedener Art (*Filicales*) noch die Schachtelhalme (*Equisetales*), die Bärlappgewächse (*Lycopodiales*), sowie mehrere ausgestorbene fossile Familien, von denen wir vorne schon die *Psilophyten* des Devons erwähnt hatten, und die *Sphenophyllen* (Keilblättler), die nur in der Steinkohlenformation und im Rotliegenden vorkommen. Hierzu treten die ebenfalls nur fossil bekannten *Kalamiten* und *Lepidophyten*, ebenfalls typische Steinkohlengewächse. Die Gruppierung stellt sich für uns genauer folgendermaßen:

Pteridophyta (s. auch vorn S. 2)

1. *Filicales*, Farne[2]). Seit Oberdevon.
2. *Articulatae*, gegliederte *Pteridophyten*.
   a) *Equisetales*, Schachtelhalme.
   b) *Calamariales*, *Kalamiten* } Karbon und Perm.
      α) *Calamariaceae* } Karbon und Perm.
      β) *Protocalamariaceae* } Karbon und Perm.
   c) *Sphenophyllales*, Keilblättler } Karbon und Perm.
   d) *Pseudoborniales*. Oberdevon.
   (Hierzu treten noch einige andere Formen, unserem heimischen Perm fehlend, wie *Phyllotheca*, *Schizoneura*).
3. *Lycopodiales*, Bärlappe.
   a) *Lycopodiales eligulatae* (ohne Ligula).
      α) *Lycopodiaceae*.
      β) *Cyclostigmataceae*. Oberdevon-Karbon.
      γ) (*Psilotaceae*).
   b) *Lycopodiales ligulatae*.
      α) *Selaginellaceae*. Wahrscheinl. schon im Karbon.
      β) *Isoetaceae*.
      γ) *Lepidophyta*, Schuppenbäume. Karbon u. Perm.
         γ_1) *Lepidodendraceae*. Karbon.
         γ_2) *Sigillariaceae*. Karbon und Perm.
         γ_3) *Bothrodendraceae*. Karbon.
4. *Psilophytales*, Psilophytengewächse. Devon.

a) *Filicales*, Farne[3])

Fossil sind von den echten Farnen nur Reste der Sporophytengeneration erhalten geblieben; die sexuelle Generation (Vorkeim, Prothallium) ist, wie das bei ihrer Kleinheit und Empfindlichkeit kein Wunder ist, fossil nicht oder nur ganz ausnahmsweise erhalten. Die fossilen Farnkräuter zeigen im Prinzip ähnliche Verhältnisse wie die heutigen, wenn sie auch in bezug auf ihre

---

[1]) Marine Algen (im Kohlenkalk und kalkigen Äquivalenten unseres terrestrischen Karbons vorkommend) u. „Lebermoosartige" Pflanzen, Problematica usw. sind fortgelassen.

[2]) *Hydropterides* sind nicht besonders aufgeführt, da im Perm u. Karbon nicht bekannt.

[3]) Betr. Botanischer Fragen müssen botanische Lehrbücher eingesehen werden.

genaue systematische Stellung bei lebenden Familien oft nicht untergebracht werden können. Erschwerend tritt bei den fossilen Farnen verschiedenes hinzu. Die Systematik der lebenden Farne gründet sich auf das Verhalten der Sporangien und der kleinen Sporangienhäufchen selber (Sori); je nachdem der „Ring“ der Sporangien wagerecht orientiert ist, in der Längsachse liegt, eine Kappe bildet oder auch fehlt, werden die einzelnen Familien unterschieden (Fig. 15). Außerdem kommen noch das Vorhandensein und die Gestalt des Indusium oder Schleierchens in Frage, der häufig die Sori überdeckt, ferner die Zahl der Sporangien usw. Es ist klar, daß so subtile Verhältnisse bei den Fossilien nicht oder nur in günstigen Fällen noch wahrnehmbar sein können. Man ist zwar keineswegs so ungünstig daran, wie es im ersten Augenblicke scheinen mag, denn auch in kohliger Erhaltung im Zusammenhang mit den Blättern zeigen die Sori der Farne oft überraschend gute Erhaltung, wie die mikroskopische Betrachtung zeigt; manches Sporangium kennt man auch in echt versteinertem, Struktur bietendem Zustand aus den Pflanzenkieseln des Perms, den Torfdolomiten gewisser Steinkohlenflöze usw. Indes ist man doch bei der Mehrzahl der fossilen Farnblätter bis heute noch im Dunkeln, zu welcher Familie oder in welche Verwandtschaft überhaupt sie gehört haben mögen, weil eben genügende Einzelheiten der Sporangien nicht erhalten sind.

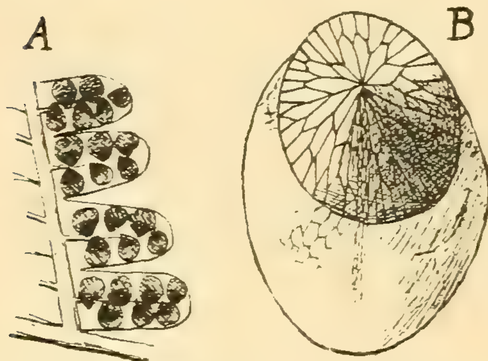


Fig. 15. *Pecopteris* (*Senftenbergia*) *pennaeformis* BRONGNIART aus dem mittl. Prod. Karbon, mit gut erhaltenen Sporangien. *B* Vergr.

Es hat sich ferner herausgestellt, daß ein Teil der Blattformen, die man früher anstandslos als Farne hinnahm und die nach ihrem Äußeren auch durchaus zunächst den Eindruck solcher erwecken müssen, gar keine Farne sind, sondern daß in ihnen die Blattformen ausgestorbener Nacktsamer vorliegen, die als *Cycadofilices* oder *Pteridospermeae* bezeichneten „Samenfarne“, wenn man so sagen darf. Man muß hier erwähnen, daß ein großer Teil der jetzt zu den Pteridospermen gerechneten Blattformen bereits früher und mit Recht von STUR (um 1883) als Farne beanstandet worden sind und daß man für eine ganze Anzahl von Gruppen die Zugehörigkeit zu den Pteridospermen als zweifellos annehmen kann. Bei anderen Gruppen jedoch ist eine Trennung nicht so einfach oder garnicht durchführbar. Hat sich doch herausgestellt, daß viele Formen von Steinkohlenfarnen, die selbst STUR dahin rechnete, ebenfalls zu den Pteridospermen gehören. Dies gilt z. B. von den *Sphenopteris*-Arten der *Lyginodendron*-Gruppe: Sph. Hoeninghausi und Verwandten, bei denen gerade die Engländer OLIVER u. SCOTT in ihren berühmten Arbeiten zuerst einen Zusammenhang mit Samen (Lagenostoma) nachgewiesen haben und durch die sie auf den Namen *Pteridospermeae*, Samenfarne geführt wurden. In vielen Beziehungen hat STUR bei der Annahme bestimmter Verwandtschaft oft sein Gefühl obwalten lassen, und wenn er auch oft dabei das Richtige getroffen hat, so hat er in anderen Fällen sich ebenso sehr geirrt. Eine befriedigende wissenschaftliche Klassifikation aller dieser Farnblätter und farnblattähnlichen Blätter ist ihm nicht möglich gewesen.

Diese Unzulänglichkeiten erkannten im Prinzip schon die älteren Autoren, insbesondere schon ADOLF BRONGNIART (1801—1875), und die ganze Sachlage bewog ihn, seine Zuflucht zu einer künstlichen Einteilung der Farnblätter auf Grund äußerlicher Merkmale zu nehmen, deren weiterer Ausbau sich bis heute bewährt hat und, obwohl man dies bei der Künstlichkeit des ganzen Systems nicht erwarten durfte, doch zur Schaffung einiger anscheinend auch natürlicher Gruppen geführt hat. Andere Autoren, wie GOEPPERT († 1884) versuchten die früheren Farne mit den lebenden in nähere Beziehungen zu bringen, doch mußten diese Versuche von vornherein bei der Unzulänglichkeit der von den Fossilien selbst gelieferten Daten und bei der Unzulänglichkeit der Untersuchungsmethoden der damaligen Zeit (um 1840) scheitern. Das von BRONGNIART eingeführte und später weiter ausgebaute „System" ist von allen Paläontologen übernommen worden und erfreut sich in der Paläobotanik einer allgemeinen Anwendung. Es gibt die Möglichkeit, die gefundenen Blätter in geeigneter Weise zu rubrizieren, womit der Zweck des künstlichen Systems erfüllt ist. Man hat später bei verschiedenen dieser Blätter noch gut erhaltene Sporangien gefunden und deren Struktur oft noch genügend studieren können. Für den durch die betreffenden Sporangien vertretenen natürlichen Typus kam dann ein anderer Name in Gebrauch, der dem der Pflanze auf Grund des künstlichen Systems zukommenden beigegeben werden kann [z. B. *Pecopteris* (*Senftenbergia*) *pennaeformis*]. Da BRONGNIART in seinem künstlichen System die eigentlichen Farnblätter und diejenigen, deren Zugehörigkeit zu den Pteridospermen erkannt wurde, zusammen hat und ihre Auseinanderhaltung innerhalb mancher künstlicher Gattungen überhaupt Schwierigkeiten macht, so sollen hier diese ganzen Blattformen, wie es auch in den Lehrbüchern noch geschieht, zusammen behandelt werden; um jedoch jedes Mißverständnis zu vermeiden, soll bei den verschiedenen Gruppen jedes Mal nach Möglichkeit hinzugesetzt werden, ob es sich um Farne oder die genannten Nacktsamer (*Cycadofilices*, Pteridospermen) handelt oder ob beides darunter anzunehmen oder bekannt ist.

Wir benutzen demgemäß die äußere Form und Anheftungsweise der einzelnen kleinen Blättchen des Farnblattes oder der Farnwedel und die Art der Aderung; schließlich wird auch die Art und Weise, wie der einzelne Farnwedel aufgebaut ist (der Wedelaufbau) benutzt. Wir unterscheiden nach der Form und Anheftungsweise der Blättchen die

1. Sphenopteridische Form. Herrührend von dem griechischen Namen σφὴν Keil, πτερις Farn. Die Blättchen sind nach dem Grunde zu allmählich eingeschnürt, äußerlich keilförmig, rundlich, eiförmig, lanzettlich, selbst fast lineal. Meist sind die dahingehörigen Formen zierlich und stark differenziert, d. h. die Zerteilung der Blättchen und Wedelteile geht durch häufig wiederholte Teilung sehr weit, so daß zierliche und starkgegliederte Formen herauskommen. Als Beispiele vergl. (Taf. 4—9).

2. Pecopteridische Form (von πεκω kämme und πτερις Farn). Der Name ist von der an einen Doppelkamm erinnernden Form der eigentlichen Pecopterisarten hergenommen (Taf. 12, 13). Die Blätter sind bei dieser Gruppe meist gerade und parallelrandig, auch dreieckige Formen und andere kommen vor, immer aber sitzen die Blättchen (Fiedern) mit der ganzen Breite am

Grunde an. Die Blättchen können auch an den Achsen herablaufen, wie bei *Alethopteris* (Taf. 17). Die Aderung kann verschieden sein, fiedrig mit oder ohne Nebenadern, auch mit Maschenaderung (S. unten).

3. Neuropteridische Form (von *νευρον* Nerve, Ader und Farn). Die Blättchen sind meist zungenförmig bis rund, wenig differenziert, am Grunde plötzlich eingeschnürt, oft herzförmig und meist nur mit einem kleinen Punkt am Stengel befestigt (Taf. 24). Sie fallen daher leichter ab, und einzelne Blätter gewisser Gattungen dieser Gruppe bedecken oft in Menge die Steinkohlenschiefer. Die Aderung ist verschieden, meistens fiederig. An der Spitze des Wedels oder einzelner Wedelteile sitzen die Blättchen oft mit ganzer Breite an. Eine Betrachtung der tiefer sitzenden zeigt aber sofort, daß man es doch mit einer neuropteridischen Pflanze zu tun hat, worauf im übrigen auch noch andere Charaktere der Pflanzen zu weisen pflegen.

Aderungsformen

Wir unterscheiden:

1. Paralleladerung, d. h. alle Adern laufen einander parallel ohne Verbindung mit einander (Beispiel *Cordaites*, T. 44, 2).

2. Fächeraderung. Alle Adern ebenfalls gleichwertig, mehr oder weniger von einem Punkte ausgehend und sich ein oder mehrmals gabelnd; Mittelader fehlt. (Beispiel *Cardiopteris* T. 2, 2).

3. Fiederaderung. Es wird eine meist stärkere Mittelader ausgebildet, die das Blättchen der Länge nach durchzieht und nach den Seiten feinere, unter Umständen noch weiter verteilte Äderchen abgibt (Beispiel *Alethopteris*, T. 17). Im gleichen Sinne versteht sich fiedriger Aufbau eines Farnblatts (T. 12, 1).

4. Maschenaderung oder Netzaderung. Kann aus der vorigen entstanden gedacht werden durch seitliche Verbindung oder Maschung der Seitenadern. Es entsteht auf diese Weise ein Netz von mehr oder weniger engen Maschen; Mittelader ist meist vorhanden (Beispiel *Lonchopteris* T. 15, 3).

Unter Seitenadern verstehen wir hier stets die seitwärts von der Mittelader nach dem Rande zu ausgesandten Adern, unter Nebenadern verstehen wir solche, die nicht von der Mittelader in das Blatt hineingehen, sondern von dem Stengel, der Achse oder Spindel selbst ausgehen, an der das Blatt ansitzt (Beispiel *Alethopteris*, T. 17). Betreffs der Maschenaderung können wir der Vollständigkeit wegen noch den Fall der zusammengesetzten Maschenaderung hinzufügen. Bei *Lonchopteris* (T. 15, 3) sind die Maschen alle ungefähr gleichwertig. Bei den heutigen Laubblättern dagegen haben wir mehrere Systeme von immer feiner werdenden Maschen, indem zunächst gröbere von dickeren Adern umrahmte Maschenfelder gebildet werden, die wiederum allmählich immer feiner werdende, von feineren Adern umrahmte einschließen. Außer unseren Laubblättern zeigen diese Aderung auch gewisse Farne, die aber erst im späteren Mesozoikum (Keuper und Jura) erscheinen. Man kann sagen, daß die Reihenfolge, in der wir die Blattaderungsform aufgeführt haben, einen Fortschritt vom einfacheren zum komplizierteren darstellt und daß, soviel man weiß, die Aderungsformen im Laufe der geologischen Entwicklung auch so nacheinander aufgetreten sind.

Wedelaufbau

Der Wedel eines Farns usw. kann verschieden aufgebaut sein; man unterscheidet z. B. gabeligen Aufbau (Fig. 16), wobei das ganze Blatt am Gipfel eines Fußstücks in zwei gleichwertige Gabeläste geteilt ist (einfach gabeliger Aufbau), oder jede Gabel kann nochmal geteilt sein. Die letztere Art kommt in gewisser Form, wenn auch oft nicht deutlich ausgeprägt, bei gewissen karbonischen Farnblättern vor, und STUR hatte die doppeltgabeligen, doppelteiligen Blätter in eine besondere Gruppe zusammengebracht, die er *Diplotmema* nannte (vom griechischen *διπλους* doppelt *τμημα* Schnitt). Man nennt daher den Aufbau diplotmematisch oder häufiger noch mariopteridisch nach derjenigen Gattung der Steinkohlenformation, die ihn am ausgeprägtesten zeigt (Fig. 17 u. 33; T. 2, 1). Beim Wedelaufbau spielen schließlich speziell bei den fossilen Farnen noch die sogenannten Zwischenfiedern eine Rolle, d. h. es sind nicht nur die Seitenteile eines im übrigen fiedrig verzweigten Farnblattes mit Blättchen besetzt, sondern auch noch die Hauptachsen (Beispiel *Callipteris*, Fig. 18, T. 20 u. a.). Auch in späteren Formationen begegnet man noch Blattformen mit Zwischenfiedern, während diese Art der Beblätterung heute fast ausgestorben ist und nur bei einer *Aspidium*art vorkommen soll. Den fiederigen Aufbau hatten wir schon erwähnt (s. z. B. T. 12, 1).



Fig. 16. *Sphenopteridium Tschermaki* STUR, etwa $^1/_3$ natürl. Gr. Kulm: Mähr.-schles. Dachschiefer. Gabeliger Wedelaufbau. Verkl.



Fig. 17. Schemata diplotmematischer Wedel. *a Mariopteris*, *b Palmatopteris furcata* BRONGN. sp. Prod. Karbon. Vgl. zu Fig. *a* T. 2, 1.

Ergänzend können wir hier gleich die Aphlebien erwähnen, die bei manchen fossilen Farnen in sehr eigentümlicher Weise auftreten. Manche Arten namentlich aus der Gruppe der paläozoischen Pecopteriden bieten die Erscheinung, daß sie außer den üblichen Blättchen noch am Abgangspunkt der Nebenspindeln von den übrigen abweichende meist unregelmäßig zer-

schlitzte Blätter tragen. Bei vollständig erhaltenen Stücken sitzen je zwei davon hinter einander am Grunde der Seitenteile des Blattes (T. 3, 2). Sie sind meist schon ausgewachsen, wenn die jungen Farnblätter selbst noch eingerollt und unentwickelt sind, und scheinen als Schutzorgane für die jungen Farnblätter gedient zu haben (T. 3, 1, 1a). Man kennt genau entsprechende Organe bei lebenden Farnen nicht, hat aber mit ihnen eigenartige Blätter einiger lebender tropischer und subtropischer Farne verglichen. Die Aphlebien er-



Fig. 18. *Callipteris conferta* BRONGN. aus dem Rotliegenden. Wedel mit „Zwischenfiedern" an der Hauptspindel.

reichten zum Teil über Handgröße und finden sich meistens isoliert, so daß man meist nicht weiß, zu welchen Farnen sie etwa gehört haben mögen (Fig. 21). Ob man die an dem Basalstück gewisser *Neuropteris*- und *Odontopteris*-Wedel sitzenden, meist rundlichen Blätter (*Cyclopteris*) in ähnlicher Weise bewerten kann, sei dahingestellt. Schon der Ort ihrer Anheftung ist ein anderer als der der echten Aphlebien; ihre Abfälligkeit ist allerdings ebenso groß wie die jener (Fig. 19, 20).

Ein sehr praktische gemeinschaftliche Benennung der fossilen Farn- und Pteridospermenblätter hat NATHORST vorgeschlagen, der sie mit dem Namen Pteridophyllen bezeichnet; diese Überschrift wählen wir sehr passend für den folgenden Abschnitt.



Fig. 19. Vollständigster bekannter Wedel von *Neuropteris heterophylla* BRONGN. aus dem Ruhrkarbon, mit *Cyclopteris*-Blättern am Grunde. ca. $^1/_3$.

Pteridophyllen

(Blätter von Farncharakter, entweder zu den Farnen oder zu den Pteridospermen gehörend).



Fig. 20. *Odontopteris minor* Brongn. Rekonstruktion des ganzen Wedels mit „Aphlebien" am Grunde. ca. $^1/_3$.

1. *Archaeopterides,* Altfarne

In dieser sehr künstlichen Gruppe werden eine Anzahl von Gattungen vereinigt, die äußerlich recht verschieden aussehen und wahrscheinlich auch zu verschiedenen Gruppen des Pflanzenreiches gehören. Den Namen „Altfarne" (S. 16) haben sie bekommen, weil ihre Vertreter zu den ältesten Formen

mit farnartiger Blätterung gehören; fast alle treten vom Oberdevon bis zum Unterkarbon auf, und einige bilden in diesen Schichten sehr wichtige Leitfossilien von zum Teil großer Verbreitung. Als gemeinschaftliches Merkmal bei ihnen kann man eigentlich außer ihrem hohen Alter nur angeben, daß

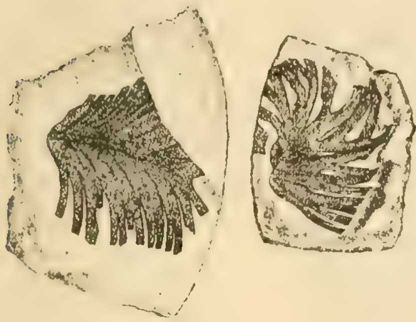


Fig. 21. *Aphlebia ostraviensis* GOTH., aus dem unt. Oberkarbon Oberschlesiens. Isolierte kleine Aphlebien.



Fig. 22. *Adiantites oblongifolius* GOEPP. Waldenburger Schichten (unterstes Oberkarbon) Niederschlesiens.

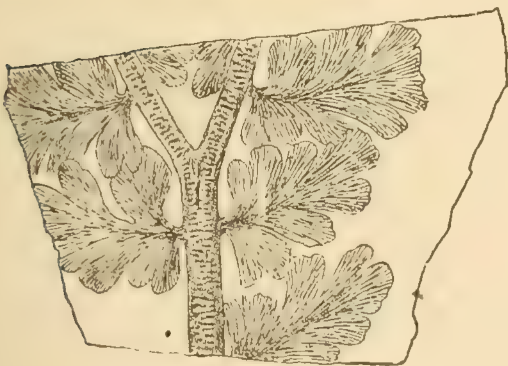


Fig. 23. Unterer, gegabelter Teil des Wedels von *Sphenopteridium dissectum* GOEPP. Kulm (Rothwaltersdorf, Niederschlesien).

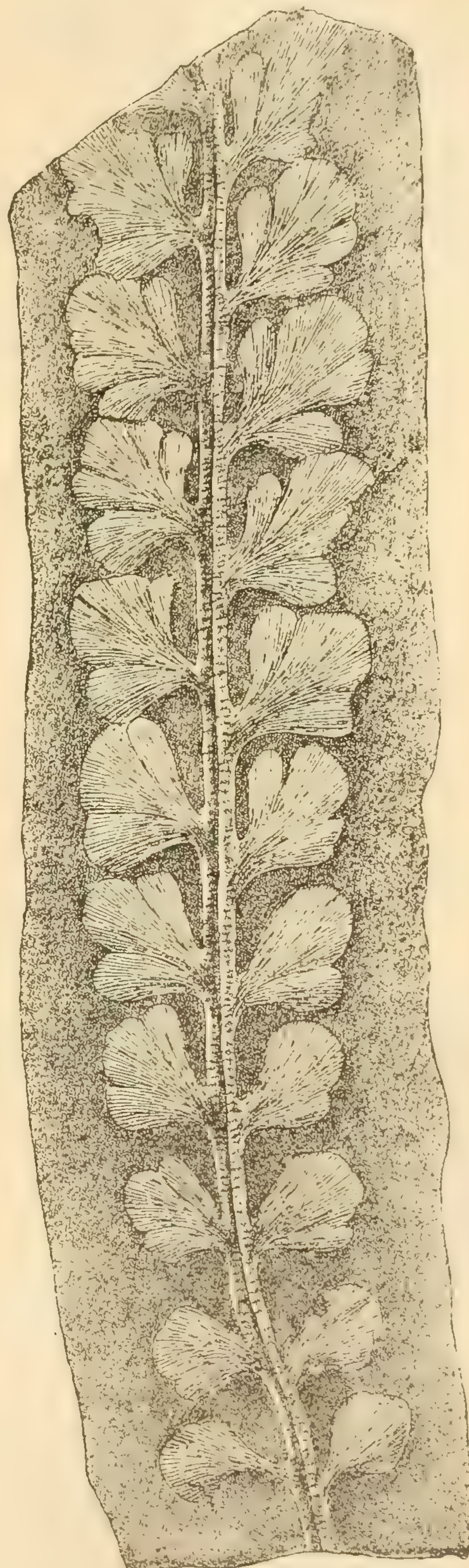


Fig. 24. *Sphenopteridium furcillatum* (LUDW.) POTONIÉ. Plattenschiefer von Sinn bei Herborn (Dill), wohl Kulm.

die Blättchen sich durch den Besitz typischer Fächeraderung auszeichnen, nur höchst selten eine Andeutung einer Mittelader aufzuweisen haben. Ein



Fig. 24a. *Sphenopteridium Schimperi* Goeppert sp. Kulm (Merzdorf a. Bober, Niederschlesien).

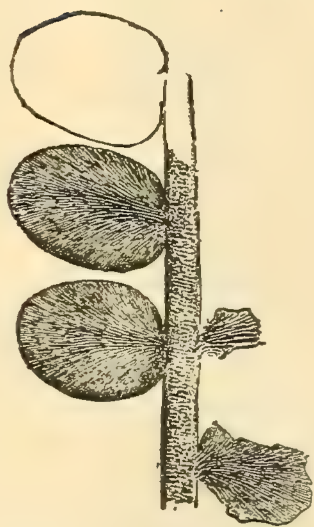


Fig. 25. *Cardiopteris polymorpha* (Goepp.) Schimper. Kulm (Niederschlesien).

Teil der Gattung gehört sicher zu den Pteridospermen, die wenigsten zu den Farnen.

Archaeopteris Dawson (s. S. 16). Wedel groß, fiedrig aufgebaut. Blättchen ungefähr gleich groß, rhombisch, ganz oder nach dem Adernetz haarfein zerschlitzt. Die meisten Arten mit hinfälligen Zwischenfiedern an der Hauptachse. Sporangien bekannt, wenn auch den Einzelheiten nach nicht genauer. Sie sitzen am Gipfel des Wedels oder am Ende der Wedelteile, wo die Blättchen vollständig zu Sporophyllen, d. h. zu Sporangien tragenden Blatteilen, umgewandelt sind (Fig. 13). Vorkommen fast nur Oberdevon, z. B. Bäreninsel, Irland, Belgien usw. Häufigste Arten *A. hibernica* Forbes sp. und *A. Roemeriana* Goeppert sp.; andere Arten mit ganz zerschlitzter Spreite sind *A. fissilis* Schmalhausen, mit ähnlicher Verbreitung. Die Gattung gilt als Farn, unbekannt ist jedoch die genauere Verwandtschaft.

Adiantites Goeppert (von Adiantum, einem lebenden Farn; die Endung —ites bedeutet: unsicher, ob dazu gehörend). Blättchen umgekehrt keilförmig, selten mehr rhombisch, Wedel fiederig verzweigt, die Wedelseitenteile

meist von langdreieckigem Umriß, Blättchen an der Basis der Seitenteile des Wedels stark differenziert, nach der Spitze zu schnell an Größe abnehmend. Aderung wie bei all diesen Formen typisch fächerig ohne Mittelader. Die Gattung ist von manchen Autoren ziemlich willkürlich verwendet worden und gehört zu den nicht gerade häufigen, wenn auch regelmäßigen Erscheinungen der Kulmflora. Die Arten gehören sicher zu den Pteridospermen. Häufigste Arten *A. tenuifolius* GOEPPERT (T. 2, 3) und andere. Außerdem in den Waldenburger Schichten (Niederschlesien) häufiger *A. oblongifolius* GOEPPERT, in seinem Äußeren und in seinem Vorkommen von den anderen Arten etwas abweichend (Fig. 22).

Sphenopteridium SCHIMPER (von *Sphenopteris* und ειδος (lat. idos) Gestalt, Form). Die Gattung hat in der Form der Blättchen Ähnlichkeit mit manchen der nachher zu besprechenden *Sphenopteris*-Arten. Die Blättchen sind jedoch meist größer, rundlich bis selbst fein zerschlitzt, mit der typischen Fächeraderung. Wedelaufbau gabelig, das Fußstück unterhalb der Gabel meist beblättert. Der Stengel meist mit recht deutlichen Querriefen, die auf innere Strukturverhältnisse zurückgehen dürften. Alle Arten sind fast zweifellos Pteridospermen und (in der von uns vertretenen Fassung der Gattung) ebenfalls charakteristisch für den Kulm, sehr selten noch in den tiefsten Schichten des unteren Oberkarbons. Häufigste Arten

Sph. dissectum GOEPPERT sp. (Fig. 23). Blättchen etwa von der Form der *Sphenopteris*-Arten im engeren Sinne, aber tiefer zerteilt und Blättchen größer. Sehr verbreitet im Kulm, z. B. Niederschlesien, Oberschlesien, Frankreich usw. Ähnlich ist *Sphenopteridium furcillatum* (LUDWIG) POTONIÉ (Fig. 24).



Fig. 26. *Rhacopteris panniculifera* STUR. Aus dem Kulm (Mähr.-schles. Dachschiefer). Oberer Teil mit Sporangien.

Sph. Schimperi GOEPPERT. Die Blättchen sind hier im Umriß etwa rhombisch, sehr fein zerschlitzt und also im Äußeren von der vorigen Art sehr verschieden, doch ist die Art durch den klaren *Sphenopteridium*-Aufbau des Wedels sicher zu der vorliegenden Gattung zu stellen (Fig. 24*a*); verbreitet im Kulm, z. B. Niederschlesien, Vogesen, Frankreich usw. Andere Arten sind weit seltener und werden daher übergangen.

Cardiopteris SCHIMPER (Herzfarn). Wedel anscheinend unverzweigt und ohne Gabelung, also einen einfachen Stengel darstellend, der an beiden Seiten je eine Zeile der oft ziemlich großen (bis kleineren) Blätter trägt, die rund bis länglich-herzförmig und am Grunde scharf eingeschnürt sind (im großen und ganzen also *Neuropteris*-Habitus aufweisen). Aderung ausgesprochen fächerig, Stengel meist mit deutlichen Querriefen. Die Gattung gehört sicher zu den Pteridospermen. Von der Gattung kommen häufig nur ein oder zwei Arten vor, die von vielen Autoren als zusammengehörig angesehen werden und in der einen Art *C. polymorpha* GOEPPERT vereinigt werden (Fig. 25; T. 2, 2). Andere sehen die großblätterigen, mit länglichen Blättern versehenen Stücke als eine besondere Art an (*C. frondosa* GOEPPERT). Typische Kulmarten von großer Häufigkeit. Im schottischen und nordischen Kulm finden sich nahestehende Formen, die unter dem Namen *Cardiopteridium* NATHORST zusammengefaßt werden.

Rhacopteris SCHIMPER (von ῥάκος zerschlissenes Tuch). Wedelaufbau wie bei der vorigen Gattung, aber die Blätter



Fig. 27. *Rhacopteris asplenites* (GUTB.) SCHIMP. Mittl. Oberkarbon: Böhmen.



Fig. 28. *Rhacopteris transitionis* STUR. Kulm (Mähr.-schles. Dachschiefer).

anders geformt und die Stengel meist mit Längsrippe; Blätter mehr oder weniger tief zerteilt, häufig auffallend asymmetrisch gebaut. Die letztgenannten Arten finden sich, wenn auch nicht gerade häufig, im Kulm. Eine Form mit weniger asymmetrischen Blättchen, schwach angedeuteter Mittelader und starker Zerschlitzung der spitz auslaufenden Blätter dagegen im mittleren Oberkarbon einiger Kohlenbecken. Ob die ältere und die jüngere Form wirklich zusammengehören, ist unsicher. Eine Art (Fig. 26) ist an der Spitze des Wedels mit

Sporangien gefunden worden, über die jedoch nichts Näheres herauszubekommen ist. Die meisten Arten machen eher den Eindruck von Pteridospermen.

Rh. asplenites Ettingshausen (Fig. 27). Häufig nur im oberen Teil des mittleren Oberkarbons gewisser böhmischer Fundorte (Stradonitz usw.), sonst seltener. Die anderweitig vorkommenden, dahin gerechneten Formen sind meist größer, und es fragt sich, ob alles wirklich in eine Art gehört (Saarbrücken; Niederschlesisch-Böhmisches Becken bei Zdiarek).

Rh. transitionis Stur (Fig. 28) ist dagegen ein Vertreter der echt kulmischen Art, ebenso wie

Rh. aequilatera Goeppert z. B. im Kulm Oberschlesiens und Niederschlesiens (Fig. 29).

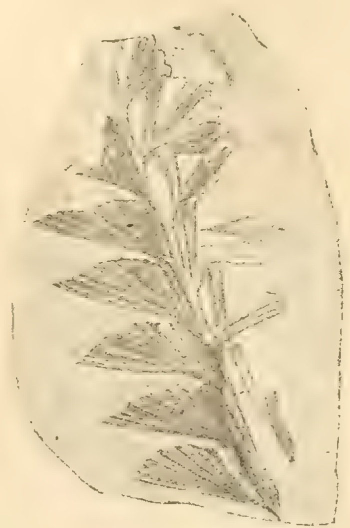


Fig. 29. *Rhacopteris aequilatera* Goeppert. Kulm, Rothwaltersdorf.

2. Sphenopterides, Keilfarne

Die Sphenopteriden wurden von den älteren Autoren, so z. B. von Brongniart, außerordentlich weit gefaßt, und das meiste, was wir im folgenden unter Sphenopteriden aufführen, findet sich bei ihm als eine „Gattung" *Sphenopteris*. Es hat sich, um die Übersicht zu erleichtern, nötig oder empfehlenswert gezeigt, die viel zu große „Gattung" in Unterabteilungen aufzulösen, von denen einige gut charakterisiert, andere schwerer kenntlich und weniger gut umgrenzt erscheinen. Hinsichtlich ihrer natürlichen Verwandtschaft umfaßt die Gruppe außerordentlich heterogene Elemente. Ein Teil gehört zu den Farnen und ist auch mit Sporangien bekannt, von denen in günstigen Fällen einige in ihrer Beschaffenheit noch recht gut erkannt werden konnten, wovon im folgenden bei den einzelnen Formen noch kurz die Rede sein wird. Andere gehören ganz sicher zu den Pteridospermen; eine Gruppe der Sphenopteriden ist für die ganze Entwicklung der Kenntnis der Samenfarne besonders bedeutungsvoll gewesen, indem an ihr zuerst der Zusammenhang zwischen Laub, Stengeln und Samen erkannt wurde. Die Untersuchungen wurden von den Engländern Oliver und Scott an strukturzeigendem Material ausgeführt und waren sehr mühsam. Man konnte dann mit diesen strukturzeigenden Resten die entsprechenden „Farnblätter" in Zusammenhang bringen.

Der vorn bereits verwandte Ausdruck für die verschiedenen Blättchenformen der fossilen Farne: „sphenopteridische" Form, ist von der Gattung *Sphenopteris* hergenommen (S. 23). Die Blättchen sind also nach dem Grunde zu meist allmählich eingeschnürt, äußerlich keilförmig, rundlich, eiförmig, lanzettlich oder fast lineal. Meist sind die Formen stark differenziert, d. h. weitgehend zerteilt und daher oft recht zierlich. Der Wedelaufbau ist recht verschieden und spielt bei der Unterabteilung der gesamten hierher gehörigen Formen eine große Rolle, wie sich bei den einzelnen Gattungen noch näher zeigen wird. Wir werden auch hier jeweils hervorheben, ob wir in den einzelnen Formen Farne oder Pteridospermen zu erblicken haben oder ob sie in ihrer Zugehörigkeit zweifelhaft sind. Bei denjenigen, die zu den Farnen gehören, werden wir über die Sorusverhältnisse nötigenfalls Näheres mitteilen.

Sphenopteris im engeren Sinne *(Eusphenopteris)*

Blättchen allermeist rundlich, meist ganzrandig bis eiförmig, Stengel anscheinend am Grunde nicht selten einmal gegabelt. Die Arten gehören meist

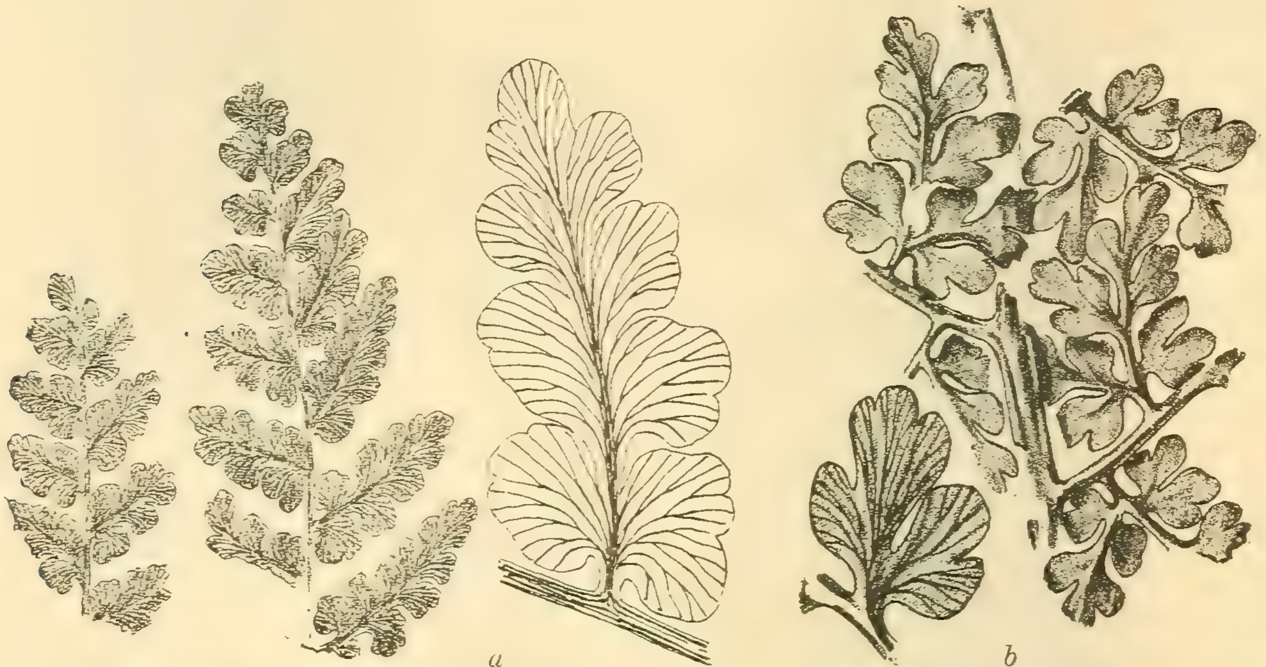


Fig. 29 a, b. *Sphenopteris obtusiloba* BRONGNIART (rechts lockere Form). Mittl. Oberkarbon.

sicher zu den Pteridospermen, und zwar sind darunter häufige Formen, insbesondere des mittleren Oberkarbons, die sich um die wohl am häufigsten vorkommende Art

Sph. obtusiloba BRONGNIART gruppieren (Fig. 29 *ab*). Blättchen rundlich, meist ziemlich dünnspreitig mit deutlich ausgeprägter Aderung; Mittelader in den Blättchen kaum besonders hervortretend. Die Achsen zeigen nur selten kleine Querrippchen.



Fig. 30. *Sphenopteris nummularia* GUTB. Mittl. Oberkarbon.

Sph. striata GOTHAN, häufig mit der vorigen verwechselt oder von manchen Autoren damit vereinigt. Blättchen aber dickspreitiger, auf der Oberseite mit einer sehr feinen Streifung (Aderung gröber als diese, selten sichtbar). Die Blättchen sind auch flacher als bei der vorigen. Achsen meist dicht querriefig. In ähnlichen Horizonten wie die vorigen, häufig jedoch in den höheren Horizonten des mittleren Oberkarbons (T. 4, 1).

Sph. nummularia ANDRAE sp. (Fig. 30). Blättchen meist kleiner als bei der ersten, stark gewölbt, oft kreisrund, glatt; Aderung fast nie sichtbar, Spreite oft verhältnismäßig dick. Nicht selten in denselben Schichten wie die vorigen.

Sph. Sauveuri CRÉPIN (T. 4, 2, 3), unterscheidet sich von der vorigen durch die mehr länglich-eiförmige Gestalt der Blättchen und deren Teile. Arten dieser Gruppe sind oft durcheinander geworfen worden, und es gibt auch wohl Stücke, bei denen die Entscheidung der Zugehörigkeit schwer fällt, trotz-

dem ist die Selbständigkeit dieser vier Arten durchaus anzunehmen und in typischen Stücken sind sie bei der nötigen Übung wohl zu unterscheiden. *Sph. Sauveuri* ist meist die seltenste der vier Arten, wenigstens in den meisten Kohlenbecken; nur im Saarbecken ist sie jedoch eine häufige Erscheinung, die dort von der Gruppe, die man wohl als *Eusphenopteris*-Gruppe bezeichnet, am zahlreichsten angetroffen wird. Sie kommt in denselben Schichten vor wie die vorigen, in Saarbrücken meist in der Fettkohle. Andere Arten der Gruppe sind viel seltener und können übergangen werden. Wir nennen nur noch als besonders in den westlichen Kohlenbecken (Ruhr, Aachen, Holland, Frankreich usw.) stellenweise recht häufige, aber in ihrer Stellung unsichere Art:

Sph. Laurenti Andrae (T. 5, 1). Wedelaufbau streng fiederig, Wedelseitenteile lang gestreckt, Blättchen gekerbt bis in rundliche Blättchen geteilt, im Umriß meist typisch dreieckig. Die Art soll ein Farn sein und zu der nachher zu behandelnden *Renaultia*-Gruppe gehören. Manchmal recht häufig z. B. in der Fettkohle des Ruhrbeckens.

An diese Gruppe kann man auch mehrere Arten anschließen, die im Aufbau mehr zu *Palmatopteris* hinneigen. Wir nennen von diesen, die sämtlich seltenere Arten sind, nur *Sph. flexuosissima* Stur mit kleinen rundlichen Blättern und mit meist stark hin- und hergebogenem Stengel (T. 9, 2).



Fig. 31. Rindenstruktur von *Lyginodendron oldhamium* Williamson. Aus einer Dolomitknolle des Ruhrreviers. Vergr.

Sphenopteris-Arten der Gruppe der *Sphenopteris Hoeninghausi* Brongniart oder *Lyginodendron*-Gruppe

Die *Sphenopteris*-Arten dieser Gruppe sind äußerlich durch verschiedene Merkmale sehr gut charakterisiert. Der Wedelaufbau ist stets einmal gabelig, wobei das Fußstück ebenfalls Blätter trägt. Die Stengel sind meist mehr oder weniger dicht punktiert, herrührend von Drüsen, Schuppen oder Haaren, die den Stengel bekleidet haben. Die Seitenteile des Wedels gehen meist im rechten Winkel ab, ebenso sitzen die Blättchen, die meist ziemlich fein zerteilt sind, ziemlich senkrecht auf den Seitenachsen, so daß die Arten schon habituell etwas recht Charakteristisches haben. Sie erinnern äußerlich manchmal an eine Art der Gattung *Alloiopteris* (S. 38), manchmal auch an *Pecopteris*-Formen. Die kleinsten Teile der Blättchen sind meist rundlich. Sehr charakteristisch ist ferner die Beschaffenheit des Stammes, an dem diese Wedel dran saßen. Derselbe zeigt nämlich eine Skulptur, die am ehesten an ein

kleinpolsteriges, unregelmäßig gefeldertes Lepidodendron erinnert (Fig. 31 a). Die Skulptur rührt her von der Rindenstruktur, in der sich ein Maschenwerk

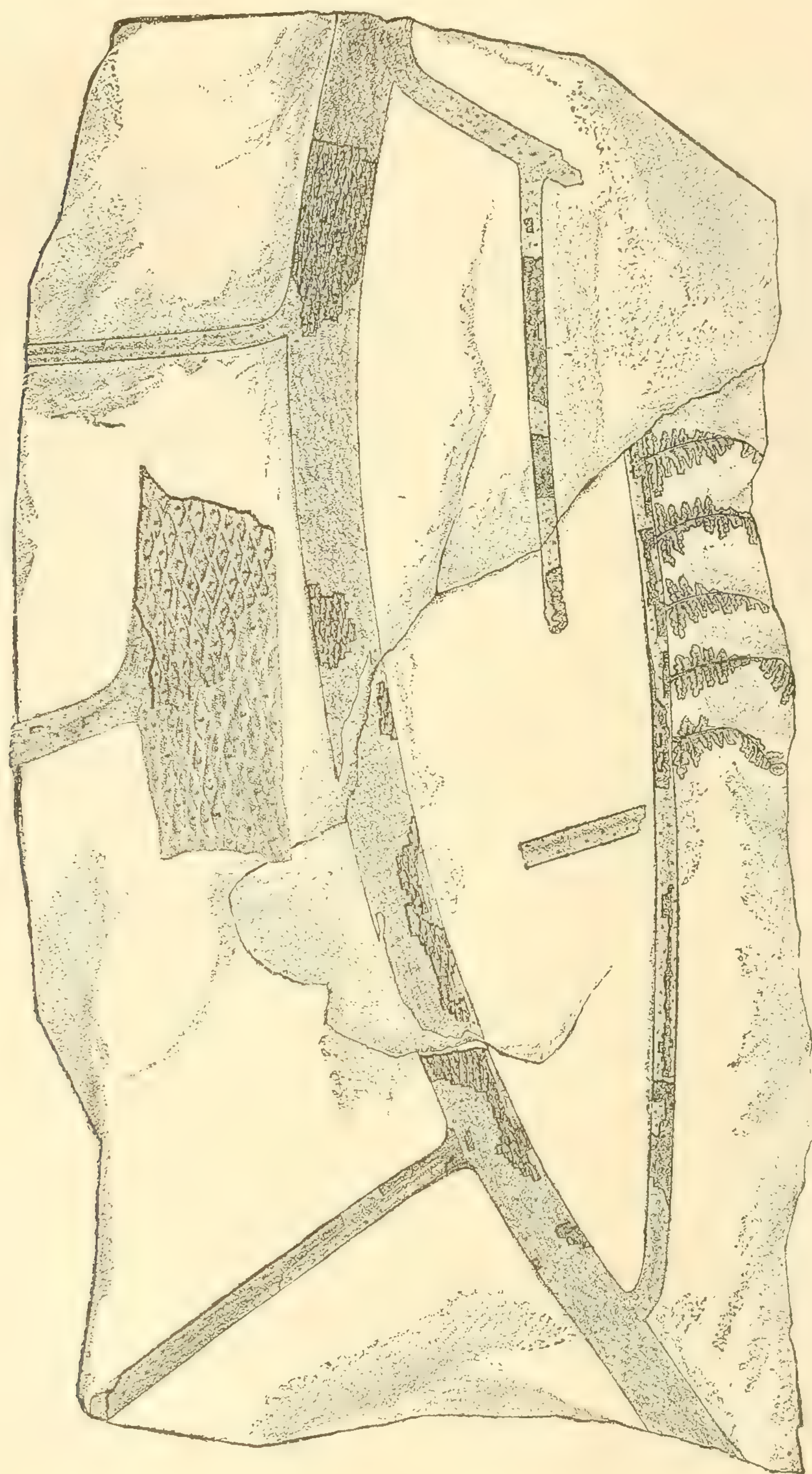


Fig. 31 a. *Sphenopteris Bäumleri* ANDRAE, $^1/_2$ nat. Gr. Der Stengel mit „*Dictyoxylon*"-Skulptur.

von Skelettplatten befindet, das auch bei kohliger Erhaltung an der Außenfläche vermöge der Härte der Skelettplatten in die Erscheinung tritt. Diese Gruppe ist überhaupt anatomisch sehr gut bekannt, die Stämmchen führen den Namen *Lyginodendron* (T. 1, 2) und zeigen eine gymnospermenhafte Struktur. Die dazu gehörigen Wedelstiele *(Rhachiopteris aspera)* sehen dagegen der

Struktur nach farnartig aus. Das wichtigste Merkmal zur Identifikation der kohligen und Struktur zeigenden Reste der Gruppe bildet die bereits genannte Maschenstruktur der Rinde (Netzholz, *Dictyoxylon* (Fig. 31a). Dies ist diejenige Gruppe, bei der zum ersten Mal die Zusammengehörigkeit von Samen mit durchaus farnartigem Laub von den Engländern erwiesen wurde; die Samen der Gruppe heißen *Lagenostoma* (Fig. 32e). Die als *Calymmotheca* bekannten sternförmigen Organe sollen die entleerten Hüllen der Samen sein (Fig. 32 b, c).



Fig. 32. *Sphenopteris Bäumleri* ANDRAE. Mittl. Oberkarbon (Oberschlesien).

Die häufigste Art der Gruppe ist

Sphenopteris Höninghausi BRGT. (T 5a, 1). Die Blättchen sind rund, bei einigen Formen, wie sie in der westfälischen Magerkohle beobachtet sind, auch



Fig. 32a. *a Zeilleria avoldensis* STUR, Flammkohle des Saarreviers. *b, c Calymmotheca Stangeri* STUR, angebliche „Samenhüllen" von *Sphenopteris Stangeri* STUR (T. 5, 2). *d* Stück von *Calymmotheca asteroïdes* LESQU. *e* Rekonstruktion von *Lagenostoma Lomaxi* WILLIAMSON, Same der *Sphenopteris Hoeninghausi* mit Hülle. *a, c, e* vergrößert.

bis mehr lineal. Immer ist der Stengel dicht mit Schuppen oder Punkten besetzt; die Art hält im Aussehen etwa die Mitte zwischen T. 5, 2 u. T. 6. Die Art ist am häufigsten in den westlichen Steinkohlenbecken (Ruhr bis Nordfrankreich), etwas seltener anscheinend in Großbritannien. In Oberschlesien ist

diese Art ziemlich selten, dagegen kommen hier in den tieferen Schichten der Randgruppe, eine Anzahl Arten vor, die der Hauptart nahestehen, sich aber doch durch verschiedene Eigenschaften als selbständige Arten erweisen. In den Binnenbecken, wo sie *(Sph. H.)* wohl vorkommen könnte, fehlt sie bisher vollständig, wie in Saarbrücken und Niederschlesien, Sachsen und Böhmen, wo überhaupt von der ganzen Gruppe noch nichts gefunden ist. Als die nächst häufige und nächst verbreitetste Art kann gelten

Sph. Baeumleri ANDRAE (Fig. 31a; Fig. 32). Sie ist ziemlich variabel, zeigt Teilblättchen von mehr rundlichem bis selbst pecopteridischem Charakter, bei manchen kleinblätterigen Formen sehen die Blättchen überhaupt mehr pecopterisartig aus. Die Stengel sind ebenfalls stark spreuschuppig und die Zugehörigkeit der Art zur *Lyginodendron*-Gruppe wird durch die Rindenstruktur der Stämme und den gabeligen Aufbau der Wedel bewiesen. Die Art ist im geologischen wie geographischen Vorkommen merkwürdig: In Oberschlesien häufig bis gemein oberhalb der Sattelgruppe bis in die obere Muldengruppe (Nikolaier Schichten usw.) sowie im kleinasiatischen Becken von Eregli(!). In Niederschlesien und anderen europäischen Binnenbecken bisher fehlend, im Ruhrrevier häufig in der Magerkohle, seltener über Flöz Sonnenschein; selten links des Rheins, aber hier bis in die Lonchopteriszone hinaufgehend (also über Katharina). Weiter westlich nur ausnahmsweise beobachtet (Belgien und Nordfrankreich), in Großbritannien und Nordamerika fehlend.

Die oben erwähnten Arten der oberschlesischen Randgruppe sind besonders *Sph. Stangeri* (T. 5, 2), *Larischi* (T. 6) und *Schlehani* STUR. Erstere ähnelt der *Sph. Höninghausi* am meisten, ist aber robuster gebaut und weniger stark schuppig am Stengel; die zweite *(Sph. Larischi)* hat Blättchen mit schmal linealen Zipfeln, Beschuppung des Stengels spärlich; die dritte *(Sph. Schlehani)* hat Blättchen, deren Zipfel wie kleine *Pecopteris*-Blättchen aussehen mit starker Wölbung. Oberschlesien nimmt durch die starke Entwicklung der genannten Arten in so tiefen Schichten eine Sonderstellung unter den (deutschen) Steinkohlenbecken ein.

Gruppe *Diplotmema* STUR

(doppelschnittig, doppelt geteilt [S. 25]). Eine Anzahl von Arten, von denen die meisten *Sphenopteris*-Charakter tragen, sind durch den Aufbau des Wedels gut charakterisiert, oder man kann sie wenigstens auf Grund desselben zu einer künstlichen Gruppe zusammenfassen. Die zur *Diplotmema*-Gruppe (doppelt-gabeligen Gruppe) gerechneten Spenopteriden zeichnen sich aus durch gabeligen Aufbau des Gesamtwedels oder eines Teils davon und durch nochmalige Gabelung der beiden Gabelstücke (s. Schema Fig. 17 u. 33a). Die Gabelung der Seitenstücke ist allerdings oft wenig deutlich, insofern die eine Spindel der zweiten Gabelung sich einfach als Fortsetzung des Hauptgabelstücks zeigt, jedoch bleibt dann meist der eine Seitenteil durch seine Größe auffallend und deutet die Herkunft von einer ehemaligen Gabelung an. Die wichtigste Untergruppe von *Diplotmema* bildet die Gattung:

Mariopteris ZEILLER (T. 2, 1; Fig. 33, 34), bei der die Wedel, soweit erhalten, durchweg den *Diplotmema*-Aufbau (oder danach auch *Mariopteris*-Aufbau

genannt) zeigen. Die Arten von *Mariopteris* zeichnen sich durch meist ziemlich vollspreitige Formen aus, die von sphenopteridischen in pekopteridisch-alethopteridische übergehen. In einzelnen Stücken erkennt man manche Arten ganz



Fig. 33. *Mariopteris muricata* SCHLOTH. sp. Sehr gut erhaltenes Stück, den „diplotmematischen" Aufbau zeigend (vgl. Fig. 17 u. 33a). Die punktierte Linie deutet die Lage der Hauptaxe an, an der die Wedel ansaßen. Saarkarbon. 1/2 nat. Gr.

gut daran, daß die nach unten gerichteten Grundblätter oder Basalteile der Blätter meist durch die Mittelader auffallend unsymmetrisch geteilt werden, indem der untere Teil größer als der obere und meist sogar gelappt erscheint. Die Spindeln der häufigsten Arten sind durch sehr charakteristische kurze Querriefen ausgezeichnet (Fig. 34), bei anderen Arten dagegen auch nackt oder punktiert. Die häufigste Art, die entweder selber oder in nahe verwandten Formen sozusagen in allen Kohlenbecken unvermeidlich angetroffen wird, ist

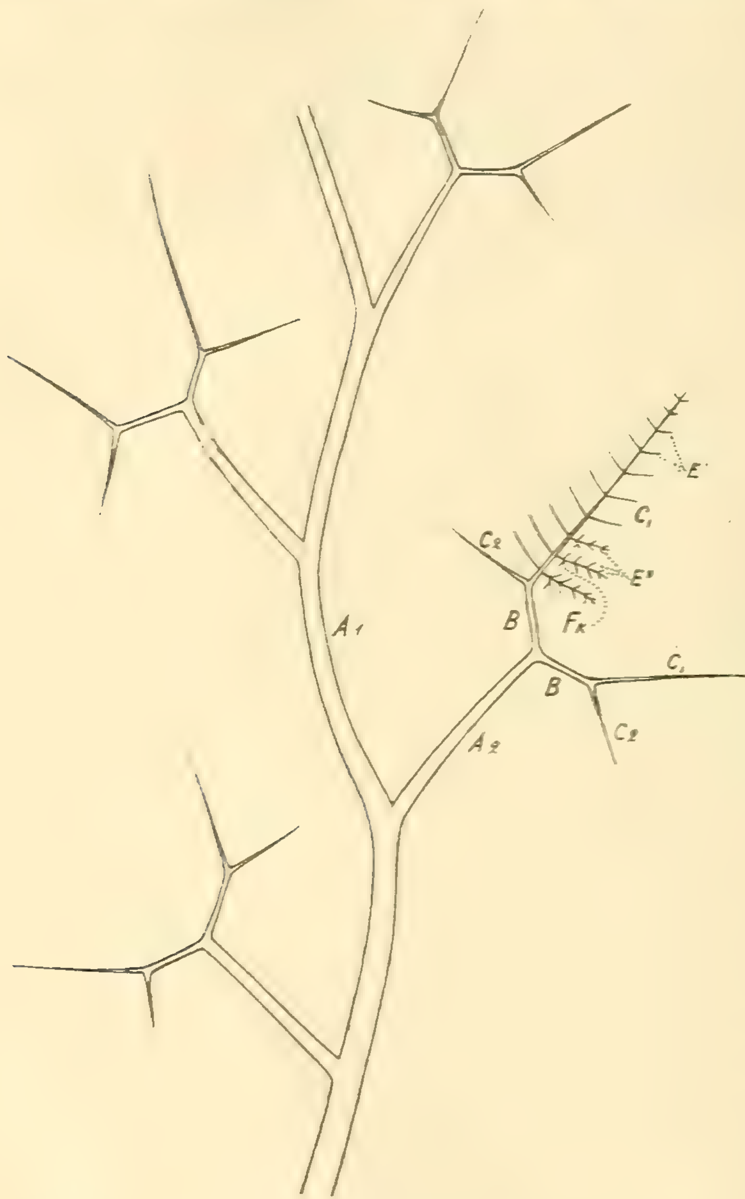


Fig. 33a. Schema des größten bekannten Stückes von *Mariopteris muricata* aus dem nordfranzösischen Karbon. A_1 Hauptachse, A_2 Wedelstiel; *BB* Gabelstücke 1. Ordnung; C_1 C_2 Gabelstücke 2. Ordnung; *E* u. *F* beblätterte Fiedern. Nach ZEILLER und HUTH.

M. muricata (SCHLOTHEIM) ZEILLER (Fig. 33 bis 34). Sie ist im mittleren Oberkarbon in den meisten Kohlenbecken gemein; was man darunter zusammenfaßt, enthält noch verschiedene Formen oder vielleicht verschiedene Arten. Die Fig. 33, 34 abgebildete Form mit mehr alethopteridisch-pecopteridischen Blättchen ist eine von den gewöhnlichen; in den oberen Schichten des mittleren Oberkarbons (bei uns z. B. massenhaft in Saarbrücken, Ibbenbüren, Ruhrgasflammkohle usw.) ist eine besonders breitlappige stumpfe Form verbreitet, die STUR mit dem Namen *Mariopteris Sauveuri* (T. 2, 1) bezeichnet hat. *M. muricata* steht am nächsten die von manchen Autoren auch wohl damit vereinigte

M. acuta BRGT., die stellenweise wie in der Magerkohle des Ruhrbeckens sich zum Leitfossil entwickelt. Man kann sie beschreiben als eine *M. muricata* (wie in T. 7, 1), bei der die einzelnen Blättchen noch einmal in dreieckige Lappen zerlegt sind.

Andere Arten sind *M. latifolia* BRGT. mit runderen gezähnelten Blättern (T. 7, 2) in den oberen Schichten des mittleren Oberkarbons und *M. Beneckei*, deren Blättchen sich mehr der Gruppe *Eusphenopteris* (S. 34) zuneigen. Diese Art scheint besonders im niederschlesischen Hangendzug häufig gewesen zu sein.

Was die systematische Stellung von *Mariopteris* anlangt, so sind Fruktifikationen trotz der ungemeinen Häufigkeit mancher Arten noch nicht sicher

bekannt (s. T. 19, 2); es ist aber zweifellos, daß die Arten alle zu den Pteridospermen gehören, da man niemals eine Spur eines Sporangiums an den Blättern hat entdecken können. Erwähnt sei noch, daß in dem sächsischen und mittelböhmischen Karbon *Mariopteris*-Arten sehr zurücktreten. —

Palmatopteris POTONIÉ, vielleicht besser mit dem Namen *Diplotmema* selbst zu bezeichnen. Die Blättchen sind lineal bis lineal-lanzettlich, seltener auch mehr rundlich-sphenopteridisch geformt. Hierher gehören sehr schöne, reich gegliederte Formen mit zum Teil handförmig spreizenden Blättchen, wie z. B. *P. furcata* (BRGT.) POTONIÉ (T. 8, 9, 1; Fig. 35), an die sich noch einige verwandte Arten mit schmaleren Blättchen anschließen, wie *P. subgeniculata* (Fig. 36) der Waldenburger Schichten, während die erste Art im mittleren Oberkarbon ziemlich häufig und verbreitet ist. Die Stengel sind nackt mit



Fig. 34. *Mariopteris muricata* (SCHLOTH.) ZEILLER. Mittl. Oberkarbon.



Fig. 35. *Palmatopteris furcata* (BRONGN.) POTONIÉ. Mittl. Oberkarbon.

Längsfurchen und sehen öfter wie geflügelt aus. Andere Arten, von denen einige auch querriefige Stengel aufweisen, sind vielleicht tatsächlich mit den obigen verwandt, können aber auch besondere Gattungen repräsentiert haben. Bei ihrer Seltenheit können wir sie hier übergehen.

Gruppe *Alloiopteris* POTONIÉ (*Saccopteris* STUR, *Corynepteris* BAILY). Wedelaufbau rein fiederig, mit langen, meist senkrecht abstehenden parallelrandigen Seitenfiedern. Blättchenform meist spenopteridisch, aber auch pecopterisartig. Am Grunde der Seitenteile des Wedels sitzt an der Oberseite häufig ein kleines, von den übrigen Blättchen abweichend ausgebildetes Blättchen (Fig. 37); am Grunde der zweimal gefiederten Wedelstücke sind größere Aphlebien bekannt. Die Spindeln tragen meist Punktierungen und bei guter Erhaltung eine breite erhabene Mittelriefe, wie in Fig. 37, 38. Es ist wahrscheinlich, daß diese Skulptur der Existenz eines etwa H-förmigen Leitbündelquerschnitts ihren Ursprung verdankt, wie er bei den fossilen Zygopterideen des Karbons und Perms vorkommt. Nach der neueren Ent-

deckung sind manche *Zygopteris*-Arten in der Tat zweifellos als mit Struktur erhaltene Stücke von *Alloiopteris*-Arten aufzufassen. Mehrere dieser *Zygopteris*-Arten hat man auch mit Sporangien gefunden, und der *Zygopteris*-Sorus steht dem Sorus mancher *Alloiopteris*-Arten sehr nahe (vergl. Fig. 39). Die Fruktifikation der *Alloiopteris*-Arten wird als *Corynepteris* BAILY bezeichnet. Sehr merkwürdig ist nach den strukturbietenden Exemplaren der vegetative Aufbau der *Alloiopteris*-Farne gewesen; es waren Stämmchen, zum Teil kletternder Natur, an denen in zweizeiliger Verteilung die *Alloiopteris*-Wedel ansaßen;



Fig. 36. *Palmatopteris subgeniculata* (STUR) POTONIÉ. Waldenburger Schichten (Unt. Oberkarbon) Niederschlesien.

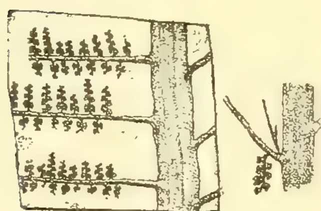


Fig. 37. *Alloiopteris coralloides* (GUTB.) POTONIÉ, verklein.; rechts ein Stückchen mit abweichendem Blättchen.

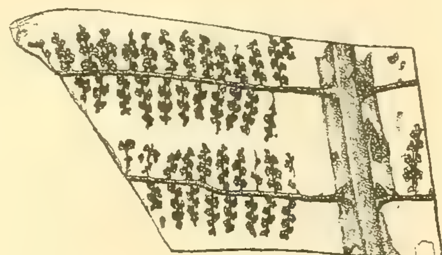






Fig. 38. Dieselbe Art wie Fig. 37. Mittl. Oberkarbon.

jeder Wedel gabelte sich ganz am Grunde, so daß an der Ansatzstelle der Blätter am Stamme immer gleich zwei Wedel dicht aneinander saßen, die ganze Pflanze muß also mehr vierzeilig als zweizeilig beblättert ausgesehen haben. Man hat diesen Aufbau des Farns auch neuerdings an günstig erhaltenen kohligen Exemplaren bestätigt gefunden, so daß der Zusammenhang von *Zygopteris*-Arten und *Alloiopteris* gesichert ist. *Alloiopteris* bildet allem Anschein nach eine recht natürliche Gattung, die besonders im mittleren Oberkarbon in einer Anzahl von Arten fast allenthalben vertreten ist. Nur eine Art scheint im unteren Oberkarbon vorzukommen. Diese ist *A. quercifolia* (GOEPPERT) POTONIÉ, die z. B. aus den Waldenburger Schichten Niederschlesiens, seltener in ähnlichen Horizonten Oberschlesiens bekannt ist. Die übrigen häufigsten Arten sind

A. coralloides GUTBIER sp. (einschließlich *A. gryophylla* GOEPPERT sp.): die Art ist häufig, vielleicht die häufigste des mittleren Oberkarbons. Bei ihr sind auch die Sporangienverhältnisse recht gut bekannt (Fig. 37, 38). Nächst häufig in ähnlichen Horizonten ist

A. Sternbergi ETTINGSHAUSEN sp. (Fig. 40), deren Blätter wie kleine *Pecopteris*-Blättchen mit Zähnung am Oberrande aussehen. Außerdem sei noch genannt *A. Essinghi* ANDR. sp., bei der die Mittelader ganz an der Seite des Randes der Blättchen verläuft. Der andere Rand der Blättchen ist gelappt. Andere Arten übergehen wir hier. Es erübrigt sich zu sagen, daß *Alloiopteris* eine echte Farngattung darstellt.

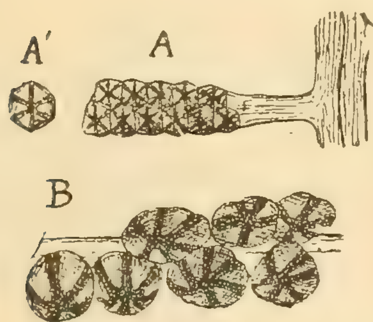


Fig. 39. Fruktifikationen (SORI) von *Alloiopteris* (*Corynepteris*).

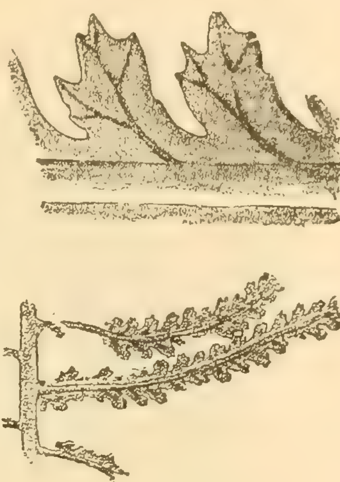


Fig. 40. *Alloiopteris Sternbergi* (ETTINGSH.) POTONIÉ. Mittl. Oberkarbon.

Sphenopteriden verschiedener Zugehörigkeit

Rhodea GOEPPERT. Blättchen meist haarfein zerteilt, der Wedel fiederig aufgebaut (also nicht gabelig). Die Arten dieser Gattung beginnen im Kulm und reichen bis ins mittlere Oberkarbon, sind aber nur lokal weniger selten, wie z. B. *Rhodea Stachei* in den Waldenburger Schichten. Als Beispiel bilden wir ab *Rh. subpetiolata* (POTONIÉ) GOTHAN aus dem mittleren Oberkarbon, deren Aussehen Fig. 41 zur Genüge zeigt. *Rhodea*-Arten waren wohl Pteridospermen, Fruktifikationen sind aber bisher unbekannt. —

Sphenopteris adiantoides SCHLOTH. sp. (= *Sph. elegans* auct.) (T. 9, 3; T. 10, 1; Fig. 42). Die Art ist im unteren Oberkarbon, seltener im Kulm weit verbreitet und leitend. Man hat sie im kleinasiatischen Becken von Eregli, Ober- und Niederschlesien (viel) und Schottland-England gefunden. Wahrscheinlich gehört in eine Gruppe mit ihr die seltene *Sph. dissecta* BRGT. sp., in denselben Schichten. Die Blättchen der Arten sind lineal bis umgekehrt keilförmig und setzen einen reich gegliederten Wedel zusammen, der besonders leicht an der Stengelstruktur zu erkennen ist, die sich bei kohliger Erhaltung in Form von deutlich hervortretenden Querriefen ausprägt. Der Wedelaufbau ist meist einmal gabelig mit blattlosem Fußstück, neigt auch wohl etwas zum *Diplotmema*-Charakter. Anatomisch ist die Pflanze recht gut bekannt. und

die Stengel wurden von den Engländern als *Heterangium Grievei* WILLIAMSON schon vor langer Zeit beschrieben; man findet an den strukturzeigenden Stücken, daß die Querriefen des Stengels hervorgerufen werden durch Skelettplatten, die in der Rinde des Stengels wagerecht eingebettet liegen und sich infolge der härteren Struktur ihrer Zellelemente bei kohliger Erhaltung leicht stark durchdrücken (Fig. 43). Die Art bezw. Gruppe gehört zweifellos zu den Pteridospermen.

Sphenopteris divaricata GOEPPERT (T. 9, 4). Blättchen schmal, mehr oder weniger umgekehrt keilförmig, aber viel kürzer als bei *Sph. adiantoïdes* (s. oben). Stengel ohne Querriefung, aber mit unterbrochener Längsriefung, oft relativ dick. Die Art geht in Formen über mit mehr rundlichen Blättchen, indem



Fig. 41. *Rhodea subpetiolata* (POT.) GOTHAN. Mittl. Oberkarbon (Niederschlesien).



Fig. 42. *Sphenopteris adiantoïdes* SCHLOTH. sp. Unt. Oberkarbon, Niederschlesien (Waldenburger Schichten).

bei kurzfiedrigen Stücken die nebeneinander stehenden Blättchen mehr verwachsen erscheinen *(Sph. Linki* GOEPPERT). Häufig bisher nur im niederschlesischen Liegendzug (Waldenburger Schichten), sonst selten im unteren Oberkarbon.

Sphenopteris bermudensiformis (SCHLOTH.) BEHREND *(Sphenopteris distans* STUR). Blättchen klein, rundlich; Fiedern meist ziemlich locker, entfernt stehend, einzelne im Habitus etwas an *Sphenopteris Hoeninghausi* erinnernd. Vorkommen wie die vorige (T. 11, 1).

Discopteris STUR ist eigentlich auf die Fruktifikationsverhältnisse gegründet, ist aber vielfach auch äußerlich ganz gut charakterisiert. Der Sorus besteht aus vielen kleinen einzelnen ringlosen Sporangien, die zu einem etwa halbkugeligen Sorus vereinigt sind, der an einem kleinen Stielchen befestigt ist (T. 10, 3; 10a, 4). Äußerlich genommen sind die Wedel rein fiederig aufgebaut, die Blättchen von verschiedener, aber meist eiförmiger bis länglich-eiförmiger

Gestalt. Bei vielen Arten dieser Gruppe sitzt am Grunde der Wedelseitenteile ein mehr oder weniger stark abweichend gestaltetes, nach unten gerichtetes Blättchen („aphleboides“ Blättchen [T. 10, 2]). Bei sehr genau studierten, Sporangien tragenden Arten der Gruppe glaubt man einen Sporangienbau ähnlich denen der lebenden Osmundaceen gefunden zu haben, eine Verwandtschaft, die nicht unmöglich ist, da wenigstens im Permokarbon schon Stämme bekannt sind, die Osmundaceen-Charaktere aufweisen, und da im Karbon selber z. B. in den Torfdolomiten Sporangien von der Art der genannten Familie sich gefunden haben. Als Arten von *Discopteris*, die also selbstverständlich zu den Farnen gehört, nennen wir

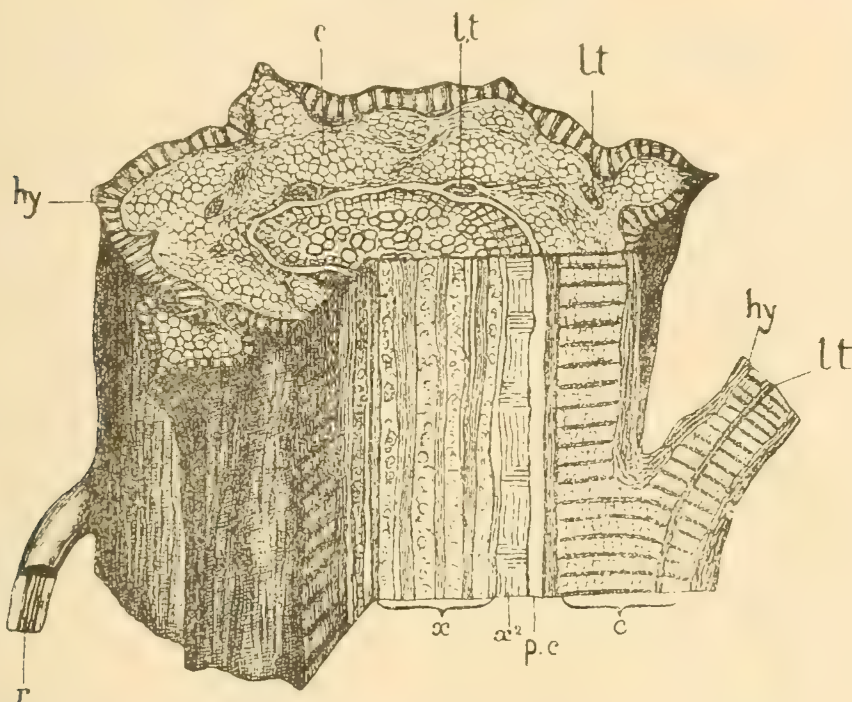


Fig. 43. Schematische Rekonstruktion von *Heterngaium Grievei* Will., nach Scott. *lt* = Blattspuren; im äußeren Teil und dem Blattstiel (bei *c*) sind die sklerotischen Gewebeplatten in der Rinde sichtbar.

Sph. (Discopteris) Karwinensis Stur (T. 10, 2, 3), nicht gerade selten im mittleren Oberkarbon Ober- und Niederschlesiens und des kleinasiatischen Beckens von Eregli. Die Form der Art zeigt am besten T. 10, 2. Die Blättchen sind länglich-eiförmig, die basalen „aphleboiden“ Blättchen sind bei dieser Art sehr deutlich. In Saarbrücken und Nordfrankreich findet sich eine verwandte Form dieser Art. Als eine Art mit feiner zerteilten Blättern nennen wir noch *Discopteris Vüllersi* Stur (T. 10, 4; 10a, 4), die in den östlichen Becken gefunden ist (Schlesien, Kleinasien). Als häufige Art ist noch zu nennen

Sph. (Discopteris) Goldenbergi Andr. (T. 11, 2, 2a), in der Saarbrückener Fett- und Flammkohle sehr häufig, anderswoher mir noch nicht bekannt geworden. Wie die Tafel zeigt, sind die Blättchen mehr oder weniger kurz eiförmig, schwach gelappt, aber ohne aphleboide Fiedern. Auch diese Art ist mit Sporangien bekannt, sieht dann aber sehr abweichend aus. —

Eine Anzahl anderer *Sphenopteris*-Arten sind ebenfalls echte Farne gewesen und man tut gut, wenn man durch Auffindung fertiler Exemplare die

Zugehörigkeit zu einem bestimmten Farntypus erweisen kann, die Bezeichnung zu nehmen, die nach den Beschreibungen der Autoren den Farnen auf Grund ihrer Sorusverhältnisse zukommt. Am besten ist es, wenn man in solchem Falle hinter den Namen *Sphenopteris*, *Pecopteris* usw. den Namen der betreffenden Spezialgattung in Klammern setzt und dann den Artnamen folgen läßt. Meist sind ja gut erhaltene fertile Exemplare von fossilen Farnen recht selten, und sie kommen für ein Bestimmungsbuch wie das vorliegende weniger in Frage; der Vollständigkeit wegen sollen jedoch einige davon aufgeführt werden, damit auch Namen dieser Art in dem vorliegenden Buch nicht ganz vermißt werden. Es handelt sich meist um Gattungen mit ringlosen Sporangien, und man ist der Meinung, daß wenigstens ein Teil davon zu der lebenden, heute noch in einigen Gattungen in den Tropen und Subtropen verbreiteten Familie der Marattiaceen gehört habe, der überhaupt unter den fossilen Farnen eine größere Bedeutung zuzukommen scheint, als unter den heutigen Farnen. Wir nennen nur einige Beispiele.

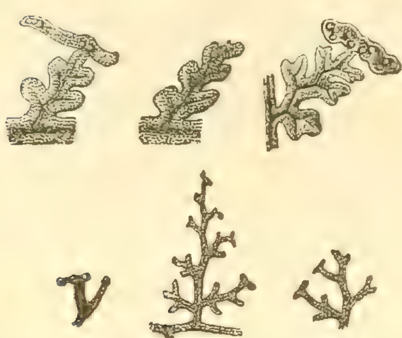


Fig. 44. *Sphenopteris*-Blättchen mit *Sphyropteris*-Fruktifikation. Die Sporangien sitzen an dem kleinen „Querbalken" vorn am Ende der Blättchen. Mittl. Oberkarbon. Nach STUR.

Sphyropteris STUR. Die *Sphenopteris*-Arten dieser Gruppe sind sämtlich feingliederig bis haarfein zerteilt; das charakteristische ist an ihnen die höchst merkwürdige Anordnung der Sporangien. Am Ende der Sporangien tragenden Blättchen sitzt nämlich ein kleiner quergestellter „Balken", auf dessen Unterseite sich, zum Teil in Reihen geordnet, eine Anzahl kleiner Sporangien befinden (Fig. 44). Die Arten kommen verhältnismäßig selten im mittleren Oberkarbon verbreitet vor. —

Renaultia ZEILLER (nach RENAULT, berühmtem französischen Palaeobotaniker). Wie Fig. 45 zeigt, befinden sich an den Aderenden der Blättchen dieser *Sphenopteris*-Arten je ein oder mehrere einzelne ringlose Sporangien, die bei schlechterer Erhaltung nur in Form kohliger Punkte wahrgenommen werden. Die Blätter dieser Farne sind verhältnismäßig zierlich und feingegliedert und kommen in denselben Horizonten wie die vorigen vor. Die Sori sind verhältnismäßig selten, obwohl manche hierher gerechnete Arten in manchen Steinkohlenbecken häufiger sind, wie z. B. *Sph. (Renaultia) Schatzlarensis* STUR (T. 10a, 1, 2) mit recht feingliederigem Blatte, die wenigstens in Ober- und Niederschlesien nicht gerade selten ist. Obwohl nicht genau bekannt ist, ob sie wirklich hierher gehört, kann man hier die schon S. 35 genannte *Sph. Laurenti* ANDR. nennen.

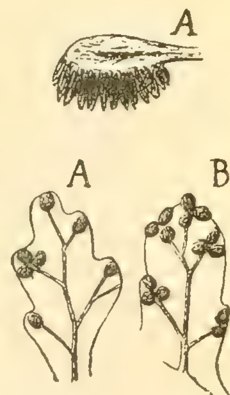


Fig. 45. *AB* unten: *Sphenopteris*-Blättchen mit *Renaultia*-Fruktifikation. Oben (*A*): *Crossotheca* ZEILLER, Fruktifikation einiger *Sphenopteris*-Arten. Nach ZEILLER.

Sphenopteris (Renaultia) Schwerini STUR (T. 10a, 1 u. 3 bei sch.). Die Blättchen sind hier breiter und weniger tief geteilt als bei *Sph. schatzlarensis*, der Aufbau wie bei dieser fiederig; die Achsen wie die Mitteladern sind oft etwas knickig („flexuos"), die Spreite ist bei beiden übrigens ver-

wandten Arten dünn und zart. Bei der vorliegenden Art sind die dickeren Achsen punktiert, bei *R. schatzlarensis* glatt. Beide sind im mittleren Oberkarbon zu Hause (in den Schichten über den Sattelflözen in Oberschlesien), aber anscheinend in den westlichen Becken viel seltener als in den schlesischen.

Sphenopteris (Renaultia) bella STUR (T. 22a, 3). Die Art ist mit den vorigen verwandt. Aufbau streng fiederig; die kleinen Fiedern aber kompakter und der ganze Habitus ziemlich gerade und starr. Hier und da in den oberen Schichten des mittleren Oberkarbons.

Es gibt noch mehr Arten kleinblätteriger *Sphenopteris*-Arten vom Habitus dieser *Renaultia*-Arten. Sie sind namentlich in kleineren Stücken oft nur schwierig zu bestimmen, da einzelne Arten sich ähnlich sehen. Auch ihre Beschreibung im Einzelnen ist sehr umständlich, und die beigegebenen Abbildungen sagen über diese Gruppe mehr als langer Text.



Fig. 46. *Urnatopteris tenella* BRONGN. sp., Sporangien tragendes Stück einer zarten *Sphenopteris*.

Crossotheca STUR (Fig. 45 oben). Die Arten dieser Gattung sind nicht gerade häufig zu nennen, besonders gute fertile Stücke sind selten. Sie sind meist in der Form der Blätter sphenopteridisch, wenn auch äußerlich recht verschieden. Die fertilen Stücke lassen erkennen, daß die Blättchen mit Sori vollständig umgewandelt erscheinen, indem jedes Blättchen in einen Sorus verwandelt ist. An einem kleinen Stielchen sitzt ein kleines Spreitenstück, das am Rande eine Anzahl von hängenden Sporensäcken trägt, so daß der Sorus etwa bürstenförmig aussieht. Es gibt nur wenige Arten im mittleren und oberen Oberkarbon bis ins Rotliegende, wie *Sph. (Crossotheca) Boulayi* (STUR) ZEILL., *Sph. Crépini* ZEILL. und *Sph. pinnatifida* GUTBIER (Rotlieg.).

Zeilleria KIDSTON (nach ZEILLER, dem hervorragendsten französischen Palaeobotaniker nach BRONGNIART). Die Blättchen sind meist schmallineal sphenopteridisch, aber auch pecopteridisch, und zeichnen sich dadurch aus, daß bei sporangientragenden Stücken am Ende jedes Zipfels der Blättchen oder am Ende jeder Seitenader ein Sporangium mit (vier) Klappen sitzt, das bei der Reife aufspringt. Hierher gehören einige, z. T. nicht seltene Arten des mittleren Oberkarbons, wie *Sph. (Zeilleria) Frenzli* bes. der östlichen Becken, *Zeilleria avoldensis* namentlich im Saarrevier und den westlichen Becken verbreitet (Fig. 32a).

Oligocarpia[1]), STUR (Fig. 47). Bei einigen sphenopteridischen Formen des mitteren Oberkarbons findet sich diese Fruktifikation (Fig. 47), bestehend aus Sori mit etwa 4—5—7 Sporangien, die einen als zentralen Gürtel ausgebildeten Ring zeigen, die dadurch an die Sporangien der lebenden Gleicheniaceen erinnern. Es ist möglich, daß eine wirkliche Verwandtschaft mit mit diesen besteht, aber nicht sicher. Die Arten sind selten, am meisten ist noch *O. Brongniarti* STUR gefunden worden.

[1]) (Von ὀλιγος wenig, καρπος Frucht).

Urnatopteris KIDSTON. Eine sehr feingliedrige, schmalblättrige, zarte *Sphenopteris*. Die Sporangien tragenden Teile (Fig. 46) zeigen keine Spreite (Blattfläche), sondern nur die in Reihen angeordneten länglichen Sporangien. Mittel-Oberkarbon, selten.

3. ***Pecopterides,*** **Kammfarne** (*πεκω* ich kämme und *πτερις* Farn)

Blättchen pecopteridisch (diese Bezeichnung ist von den Eigentümlichkeiten der Gruppe der Pecopteriden im Sinne BRONGNIARTS hergenommen). Aderung rein fiederig ohne Nebenadern, Wedelaufbau ebenfalls fiederig. Wedel zum Teil groß, bei den meisten sind die Seitenteile des Wedels und die Blättchen selbst mehr oder weniger parallelrandig und stehen senkrecht von der Spindel ab („kammförmig" T. 12, 1, daher der Name). Bei einigen sind die Blättchen auch schräge ansitzend und anders geformt. So gut wie alle Pecopteriden

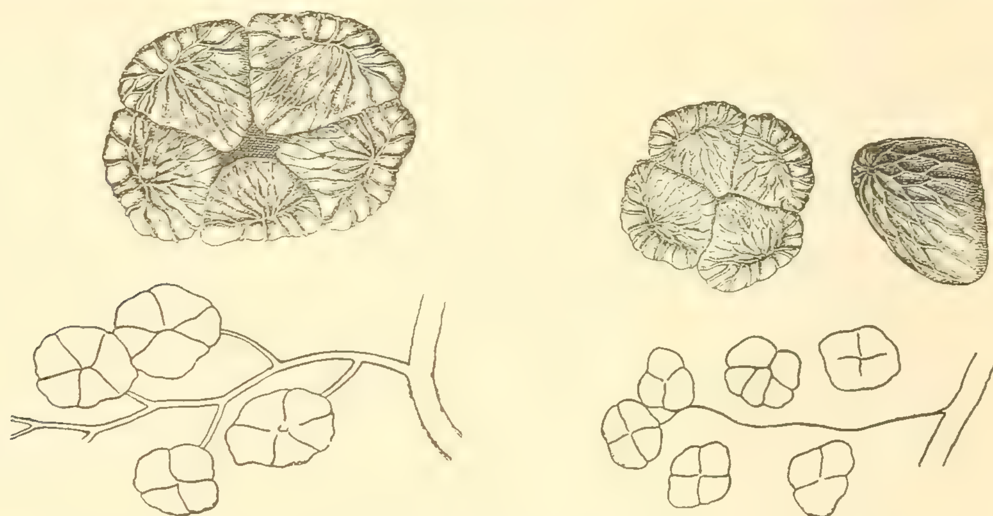


Fig. 47. *Oligocarpia* STUR, Fruktifikation einer *Sphenopteris*-Art. Mittl. Oberkarbon (höherer Teil).

in dem hier gefaßten Sinne sind echte Farne, und viele von ihnen gehören zu der jetzt nur noch wenig bedeutenden Familie der Marattiaceen, gehören aber keineswegs ein und derselben natürlichen Gattung an, da die Fruktifikationen verschieden sind, sondern stellen mehrere sehr verschiedene Gattungen dar. Wir werden bei den einzelnen Formen auch etwas über die Sorus- bezw. Sporangienverhältnisse zu sagen haben. Einige Pecopterisarten gehören überhaupt nicht zu der genannten Familie, sondern nähern sich der Familie der Schizaeaceen. Bei manchen Arten sind am Grunde der Seitenwedelteile Aphlebien bekannt, wovon schon S. 25 die Rede war, namentlich bei *Pecopteris plumosa*. Viele Arten dieser Gruppe sind im oberen Oberkarbon und im Rotliegenden zu Hause, namentlich aus der Gruppe der Marattiaceen, wenige im mittleren Oberkarbon, sehr wenige im unteren Oberkarbon oder gar im Unterkarbon.

Pecopteris BRONGNIART (Kammfarn)

Wie sich aus dem Obigen ergibt, wird die Gattung als Sammelgattung gebraucht, die noch nicht entbehrt werden kann, da noch nicht alle Pecop-

terisarten mit Sporangien gefunden worden sind. Wir führen im folgenden die wichtigsten Arten in der Reihenfolge auf, wie sie miteinander verwandt sind oder sein dürften.

P. arborescens Brongniart. Die Art zeichnet sich durch verhältnismäßig kleine, senkrecht abstehende Blättchen aus, in denen die Seitenadern allermeist nur einfach, ungegabelt sind. Allerdings muß gesagt werden, daß gerade bei den *Pecopteris*arten, wo auf die Aderung viel ankommt, diese häufig außerordentlich schlecht oder gar nicht zu sehen ist, so daß die Bestimmung vieler Stücke zur Unmöglichkeit wird. Die Spindel dieser Art pflegt ziemlich glatt und längsriefig zu sein. Die Art sieht habituell wie T. 13, 1 aus, nur mit kleineren Blättchen, oder wie T. 12, 1, aber mit kleineren dicht gedrängten Blättchen. Ihr nahe steht *P. cyathea* Brongniart, die im wesentlichen ebenso aussieht, etwas größere Blättchen besitzt und in den Seitenadern gewöhnlich Teilungen aufweist (T. 13, 1). Möglicherweise gehören beide Arten zusammen.

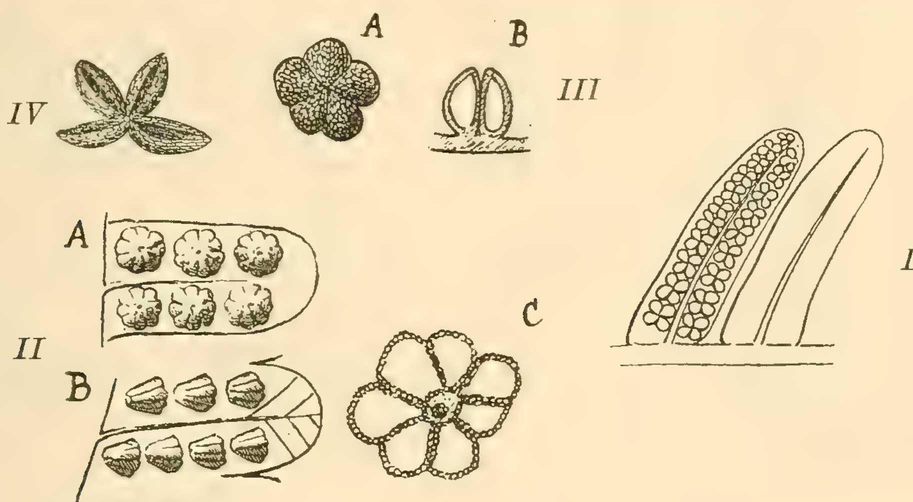


Fig. 48. *I, III Pecopteris*-Blättchen mit *Asterotheca*-Sori. *IV* Ein solcher aufgesprungen. *II Ptychocarpus* auf *Pecopteris unita*. *A* von oben, *B* von der Seite, *C* durchschnitten. Vergr.

Was die Sorusverhältnisse anlangt, so gehört der Sorus zum Typus *Asterotheca* (Fig. 48 I, III). Dieser stellt 4 bis 6 zusammenhängende, ringlose um einen Punkt gruppierte Sporangien dar, deren Aufspringen mit einem Schlitz auf der Oberseite erfolgte. Nach den Fruktifikationsverhältnissen gehört die Art sicher zu den Marattiaceen. Sie ist gemein im oberen Oberkarbon und Rotliegenden.

Pecopteris Candolleana Brongniart, schließt sich in vieler Beziehung, auch in der Fruktifikation der vorigen an, besitzt nur schlankere Blättchen sowie Blättchen, deren Adern verhältnismäßig locker stehen und einmal gegabelt sind. Das Vorkommen ist dasselbe wie bei der vorigen Art (T. 12, 1).

Pecopteris Miltoni Artis sp. ist wohl die verbreiteste und wichtigste Art des mittleren Oberkarbons und dürfte kaum in einem europäischen Kohlenbecken des genannten Alters vermißt werden. Die Blättchen (T. 12, 2) sind hier mehr breit, gedrungen, die Aderung gabelig mit deutlicher, aber wenig hervortretender Mittelader. Bei einigermaßen guter Erhaltung ist oft die Kohlenschicht der Blättchen relativ dick und zeigt auf der Oberseite eine filzige Behaarung, die in Form kleiner zahlreicher Vertiefungen hervortritt

und dem Blatt eine charakteristisch rauhe Oberfläche gibt. Infolgedessen ist in solchen Fällen von der Aderung oft nichts zu sehen. Die Fruktifikation stellt ebenfalls den Asterothecatypus dar (Fig. 48 III). Zu dieser Art scheinen sehr große runde, am Oberrand zerschlitzte Aphlebien zu gehören, die allerdings noch nicht ansitzend gefunden sind. Über das Vorkommen wurde bereits das Nötige gesagt. In tieferen Schichten des mittleren Oberkarbons fehlt die Art, kommt z. B. im Ruhrrevier wohl nur über Flöz Sonnenschein vor.

Pecopteris hemitelioides Brongniart hat größere, ziemlich schlanke Blättchen und ist besonders leicht kenntlich an den starren einfachen (d. h. ungeteilten) Seitenadern. Die Art hat dasselbe Vorkommen wie *P. arborescens* Brgt. (Fig. 49).

Pecopteris polymorpha Brongniart hat meist ziemlich große, oft oberflächlich ebenfalls schwach filzig behaarte Blättchen. Aderung: die Seitenadern sind tief am Grunde geteilt und jeder Teil am Grunde nochmals geteilt, so daß jedes Seitenadersystem aus vier etwa gleichwertigen und gleich starken dichtstehenden Aderchen besteht. Die Gesamtaderung ist ziemlich dicht, da die Teilung der Seitenadern unter ziemlich spitzem Winkel erfolgt. Die Fruktifikation dieser Art, als *Scolecopteris* (Madenfarn) bezeichnet, gehört zum *Asterotheca*typus, unterscheidet sich jedoch von diesem durch die bedeutend länger gestreckten und oberhalb in eine Spitze auslaufenden Sporangien. Der Name Madenfarn rührt her von dem „Madenstein“, einem rötlichen Hornstein aus dem Rotliegenden von Albendorf bei Chemnitz, der ganz erfüllt ist von Sporangien tragenden Blättchen dieses Farns; diese machen durch die dicht nebeneinanderstehenden parallel gereihten Sporangien den Eindruck madenartiger Körper und wurden früher auch dafür gehalten, worauf der Name Madenstein hinweist, der durch den Namen *Scolecopteris* gewissermaßen verewigt worden ist (Scolex die Made). Das Vorkommen der Art ist dasselbe wie von *P. arborescens* usw.



Fig. 49. *Pecopteris hemitelioides* Brongn. mit einfachen Adern. Oberes Oberkarbon und Rotliegendes.

P. pennaeformis Brongniart ist eine nicht seltene, in Saarbrücken sogar gemeine Form des mittleren Oberkarbon, im Vorkommen also etwa mit *P. Miltoni* zu vergleichen (T. 13, 2). Sie kommt in Saarbrücken im allgemeinen in der Fettkohle vor, in den übrigen Becken fehlt sie in den tiefen Horizonten, kommt im Ruhrrevier wohl nur über Flöz Sonnenschein vor (? bis in die Gasflammkohle) usw. Charakteristisch ist bei der Art zunächst wie bei der folgenden die verhältnismäßig starke Punktierung bezw. Beschuppung der Hauptspindeln, von der die Seitenteile und von diesen wiederum die Blättchen meist senkrecht abgehen. Die Blättchen sind meist stark gewölbt und die Adern ein bis mehrmals geteilt, stark eingesenkt, so daß längere Blättchen durch die Aderbündel in mehrere, mehr oder weniger stark gewölbte kleine Teile zerlegt werden. Die Fruktifikation gehört zum Typus *Senftenbergia* Stur (Fig. 15), bei dem einzelstehende Sporangien mit einer Endkappe als Ring zu beiden Seiten der Mittelader stehen, wodurch der Typus der lebenden Schizaeaceen repräsentiert wird.

P. aspera Brongniart (T. 3, 2; T. 14, 1) ähnelt der vorigen in der Beschaffenheit der Achsen oder Stengel gänzlich. Die Blättchen sind jedoch zarter, die Aderung viel weniger kräftig und die Blättchen außerdem meist glatt. Die Fruktifikation dieser Art soll dieselbe wie die der vorigen sein. *P. aspera* ist wohl die einzige typische *Pecopteris*, die schon im unteren Oberkarbon vorkommt. Mit ihr identische oder ihr sehr nahe stehende Formen gehen ins mittlere Oberkarbon hinauf. Eine solche verwandte Form ist z. B. die durch größere Blättchen, die im Falle einer Kerbung einen ziemlich langen Endlappen aufweisen, ausgezeichnete *P. Volkmanni* Sauveur, die in ähnlichen Horizonten wie *P. pennaeformis* zu Hause ist.

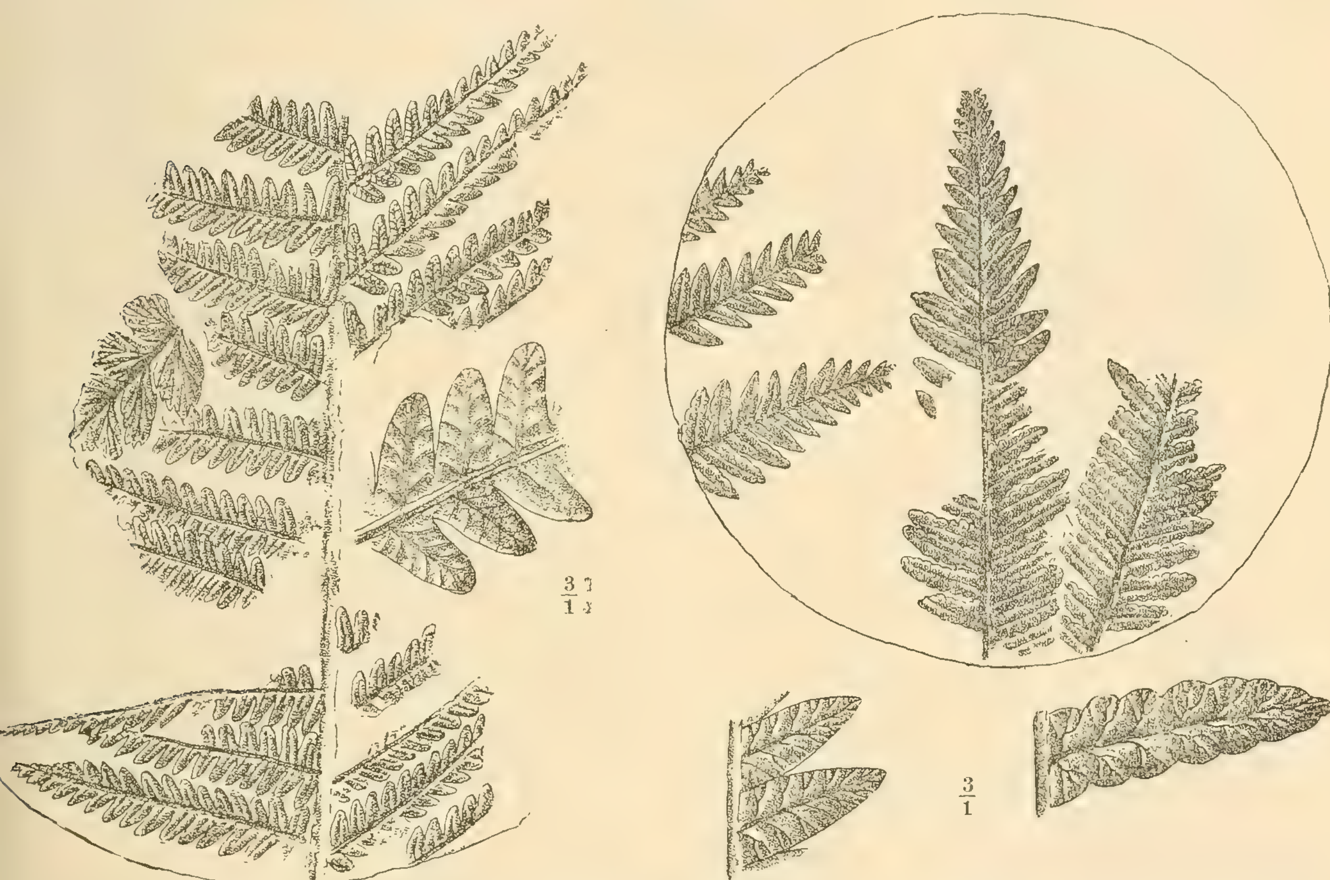


Fig. 50a. *Pecopteris plumosa* Artis sp., dabei Blättchen 3 × vergrößert. Karbon des Saarreviers (Fett- und Flammkohle).

Wir fügen im Anschluß an diese *Pecopteris*arten hinzu, daß ihre Bestimmung oft auch dem Sachkenner große Schwierigkeiten macht und daß oft ein größeres Material von derselben Stelle und lange Übung dazu gehört, um einen Typus wirklich richtig zu erkennen. Die vorgenannten Arten bieten nur eine kleine Auslese davon; der sich mit dem Bestimmen versuchende Leser darf sich nicht wundern, wenn er beim Bestimmen gesammelter Stücke mit dieser Auslese oft nicht zu Rande kommt.

P. plumosa Artis sp. (einschl. *P. dentata* Brongniart) (Fig. 50—52; T. 3, 1). Diese wohl häufigste Art des mittleren Oberkarbons weicht von den vorigen durch die mehr schräge Anheftung der Seitenteile und der Blättchen selbst ab, ferner durch die mehr oder weniger gut kenntliche Dreiecksform der Blättchen, die im übrigen außerordentlich variabel erscheinen: bald ganz und ganzrandig,

bald gekerbt bis gelappt und mehr stumpf. Meist sind sie ziemlich deutlich gewölbt. Die Adern, meist verhältnismäßig gut sichtbar, sind fast nie einfach, sondern fast immer ein bis zweimal geteilt (Fig. 51). Die Hauptspindel ist dicht fein punktiert, was indes nur bei guter Erhaltuug und nur mit der Lupe sichtbar zu sein pflegt. An dieser Art hat man die bereits mehrfach erwähnten Aphlebien noch öfter ansitzend gefunden (T. 3, 1; Fig. 52). Man kennt den Farn in allen Stadien vom ganzen, großen, ausgebreiteten, wohl über 1 m langen Wedel bis zum eingerollten jungen Exemplar, an dem die Aphlebien bereits ausgewachsen sind. Auch die Fruktifikation ist bekannt und gehört zu dem als *Dactylotheca* („Fingerfarn") bezeichneten Typus. Wie Fig. 50b zeigt, besteht dieser aus einzelnen getrennten länglichen ringlosen Sporangien, die der Adernrichtung folgend, wie gespreizte Finger erscheinen, worauf der Name *Dactylotheca* deuten soll. Wie bereits gesagt, ist die Art gemein im mittleren Oberkarbon, fehlt aber fast ganz in dessen unteren Schichten, so z. B. ist sie im Ruhrbecken unter Flöz Sonnenschein sehr selten. —

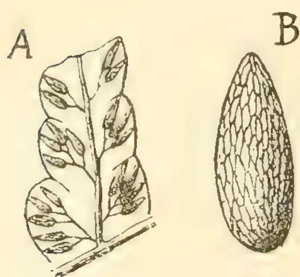


Fig. 50b. *Dactylotheca*, fruktifizierendes Blättchen von *Pecopteris plumosa.*

P. unita BRONGNIART. Diese Art gehört mit einigen wenigen selteneren offenbar zu einer natürlichen Gattung. Die gewöhnlichste Art, *P. unita* selbst, zeichnet sich aus durch die oft starke Verwachsung der Blättchen, die oft so weit geht, das ein einziges oben gekerbtes oder selbst ungekerbtes langes „Blatt" anstelle der Seitenteile des Wedels tritt, wie eine lange Neuropteris aussehend. Sehr charakteristisch ist die Aderung: von einer verhältnismäßig wenig hervortretenden Mittelader, gehen bei den einzelnen Blättchen schräg aufsteigend schnurgerade die einfachen Seitenadern aus. Bei starker Verwachsung der Seitenblättchen erscheinen die Adern gebogen und verlaufen alle in die Lappen, die bei den gekerbten Blättern des Wedels dem Einzelblättchen entsprechen. Auf diese Weise erblickt man selbst in einen voll-

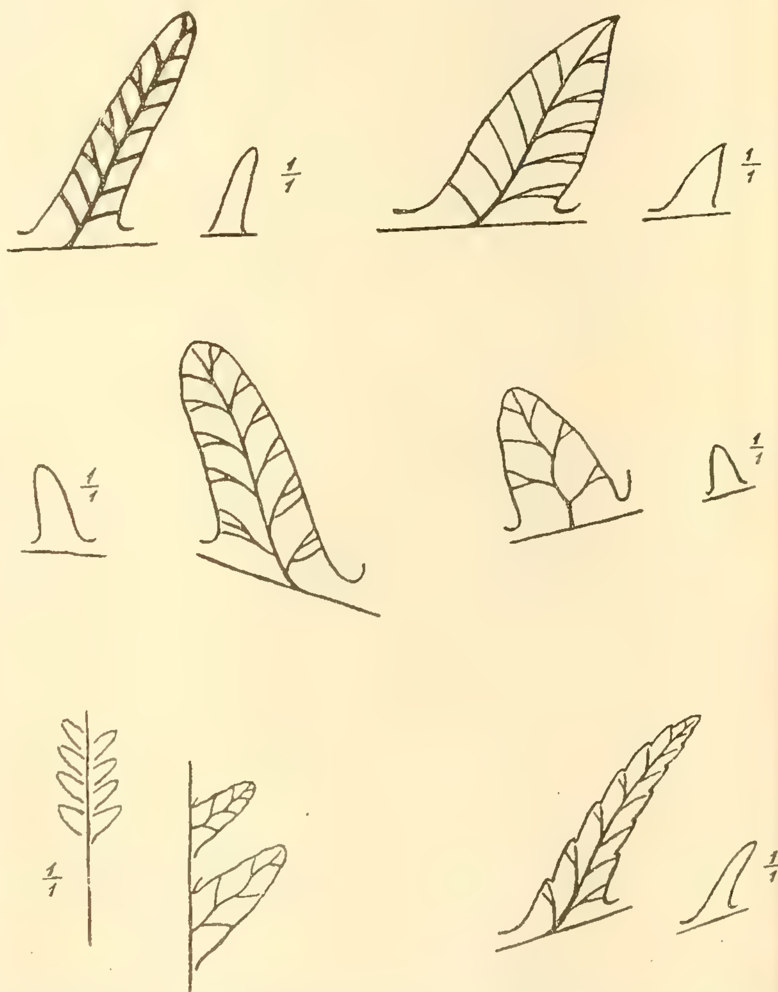


Fig. 51. Blättchen von *Pecopteris plumosa* ART. sp. mit Aderung. Mittl. Oberkarbon.

ständig einfach und ungegliedert erscheinenden Seitenteil eines Wedels zahlreiche selbstständige Aderbündel, an denen die Art leicht zu erkennen ist. Die Verwachsung der Blättchen hat ihr den Namen *unita* eingetragen. Ähnliche Aderungsformen kommen auch bei lebenden Farnen vor, z. B. *Goniopteris* PRESL aus den Polypodiaceen. Die Art ähnelt in mancher Beziehung einerseits *Pecopteris hemitelioïdes* BRONGN. andererseits *P. feminaeformis* (T. 13, 3), hat aber weniger dickere Adern als letztere und ist ungezähnt. Die Fruktifikation von *P. unita* ist von den vorigen Arten abweichend. Sie läßt sich wohl am passendsten beschreiben als ein kleiner aufrecht gestellter Napfkuchen, bei dem die einzelnen Riefen den verwachsenen Sporangien entsprechen. Oft erscheinen diese Sori (*Ptychocarpus* „Faltenfrucht" Fig. 48, II) seitlich umgelegt. Die Ähnlichkeit mit *Asterotheca*, von der oben die Rede war, ist nur äußerlich, wie man aus echt versteinerten, gut erhaltenen Exemplaren weiß. Doch gehört auch diese Form zweifellos zu den Marattiaceen. *P. unita* beginnt im oberen Teil des mittleren Oberkarbons (in Saarbrücken in der Flammkohle) und geht durch das obere Oberkarbon selbst bis ins Rotliegende. Das gleiche gilt von der offenbar nahe verwandten



Fig. 52. *Pecopteris plumosa* ARTIS sp. mit noch ansitzenden Aphlebien. Mittl. Oberkarbon, Saarbrücken.

P. feminaeformis SCHLOTHEIM sp., die man als eine *Pecopteris unita* bezeichnen kann, bei der die Blättchen streng senkrecht abstehen und eine scharfe Zähnelung des Randes aufweisen, so daß jeder der einfachen Seitenadern ein Zahn entspricht (T. 13, 3). —

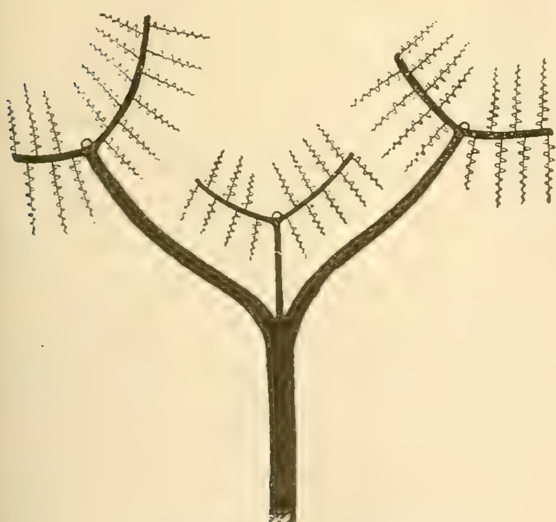


Fig. 53. Schema des Wedelaufbaues von *Pecopteris Pluckeneti* SCHLOTH. sp.

Während alle diese genannten Arten und noch andere zu den echten Farnen gehören, ist dies bei einer geringen Anzahl von Arten, die man auch zu *Pecopteris* stellt, zweifelhaft, und in gewissen Fällen weiß man sogar sicher, daß sich darunter Pteridospermen verbergen. Das letztere ist der Fall bei einer besonders in gewissen Steinkohlenbecken mit höheren Schichten sehr häufigen Art oder der Gruppe der *Pecopteris Pluckeneti* SCHLOTHEIM sp. (T. 14, 2, 3), die von anderen nahestehenden Formen noch nicht genügend getrennt zu sein scheint, aber in der Fassung wie sie POTONIÉ hatte (Flora des Rotliegenden

von Thüringen 1893) sicher mehrere Arten umfaßt. Die Wedel erscheinen meist typisch fiedrig verzweigt. Die Blättchen sind ziemlich groß, ganzrandig bis mehr oder weniger buchtig gekerbt, mit einem ziemlich gut sichtbaren



Fig. 54. *Caulopteris*-Stamm mit noch anhaftenden Wedeln von *Pecopteris Sterzeli* ZEILLER. (ca. $^1/_{14}$, nach ZEILLER). Steinkohlenbecken von Commentry.

lockeren Adernetz. Aus größeren Stücken aus dem Zwickauer Karbon weiß man nach der Untersuchung STERZELs, daß die Struktur des Wedels ziemlich merkwürdig gewesen sein muß, indem innerhalb der scheinbaren Gabelungen der Wedel Knospen saßen, die wiederum zu Wedelteilen auswuchsen (Siehe

Schema Fig. 53). Es ist das eine Verzweigungsform, die an Arten der Gleicheniaceen erinnert. Mit dieser Farnfamilie hatte indes die Art nichts zu tun. Ein Bild fruktifizierender Blätter zeigt T. 14, 2. Man hielt die Gebilde am Blattrande für Sori, indes muß nach den späteren Entdeckungen und Angaben von GRAND' EURY, der auf der Unterseite der Blättchen Samen ansitzend fand, angenommen werden, daß es sich um Ansatzstellen solcher Samen gehandelt hat. Die Art ist also danach überhaupt kein Farn, sondern ein „Samenfarn“ (Pteridosperme) gewesen. Das Vorkommen der Art ähnelt dem von *P. unita*, mit der zusammen sie z. B. in der Flammkohle in Saarbrücken ihre Laufbahn beginnt, die dann bis ins untere Rotliegende vorhält, wo sie an manchen Stellen garnicht selten ist. Ihr nahe steht *P. Sterzeli*, eine seltene Art derselben Schichten, die man noch in Verbindung mit dem Stamm kennt (Fig. 54).

Gattung unsicherer Stellung:

Desmopteris STUR (etwa = Bündelfarn, von den Aderbündeln). Bisher nur eine sichere Art:

D. longifolia (PRESL) STUR (T. 14, 4). Wedel anscheinend nur einmal gefiedert, mit langen parallelrandigen Blättern, die öfter etwas herablaufen, und dadurch zur folgenden Gruppe überleiten. Spreite dünn, Rand seicht gezähnt, Adern meist einmal gabelig, in zahlreichen Paaren beiderseits der Mittelader. Fruktifizierend nicht bekannt, dürfte ein Farn sein. Vielleicht steht die Gattung *Alloiopteris* näher, was aber nur vermutet werden kann. Hie und da im oberen Teil des mittleren Oberkarbons (z. B. Saarbrücken, Böhmen).

4. *Alethopterides*

Der Name dieser wahrscheinlich im großen und ganzen natürlichen Gruppe wird durch die Tatsachen, die natürlich die älteren Autoren nicht vorausahnen konnten, Lügen gestraft, insofern es sich in sämtlichen Angehörigen dieser Gruppe nicht um „echte oder wahre Farne“ (*αληθης* wahr *πτερις* Farn), sondern ausnahmslos um Samenfarne (Pteridospermen), also Nacktsamer handelt. Wedelaufbau fiederig, vielleicht an der Basis oft einmal gabelig (wie bei *Neuropteris* Fig. 19). Blättchen pecopteridisch oder höchstens die Blättchen an der Basis der Seitenteile des Wedels am Grunde eingeschnürt; Aderung fiederig oder einfach maschig-netzförmig, mit fast stets deutlicher Mittelader. Fiedern meist ziemlich groß, fast immer größer als bei den meisten *Pecopteris*-Arten, meist deutlich herablaufend (d. h. an der Spindel mit dem unteren Teil herabgezogen), mit Nebenadern aus der Spindel; Zwischenfiedern fehlen stets. Es handelt sich um eine sehr häufige und auch artenreiche karbonische Gruppe, zu der Samen von verschiedenem Typus gerechnet werden, wie *Trigonocarpus*- und gewisse *Rhabdocarpus*-Arten; allerdings ist ein unmittelbarer Zusammenhang bisher nicht beobachtet worden. Die Spindeln, von denen die dickeren auch unter dem Namen *Aulacopteris* bezeichnet werden, zeichnen sich durch eine Art dichte Längsriefung aus, besitzen aber keine Beschuppung bezw. Punktierungen. Die Stämme bezw. Wedelstiele sind in echt versteinertem Zustande sehr wohl bekannt; man weiß, daß zu den Alethopteriden, sowie auch zu den nachher zu behandelnden Neuropteriden und

womöglich noch anderen der nächsten Gruppen die mit dem Namen *Medullosa* COTTA bekannten Stämme gehören, mit denen in Zusammenhang man die als *Myeloxylon* bezeichneten Blattstiele gefunden hat. *Medullosa* kommt weniger häufig im mittleren Oberkarbon als im Rotliegenden mit seinen vielen echten Versteinerungen vor und zeigt eine sehr eigentümliche Struktur, die zum Teil an die lebende Gattung *Cycas* („Farnpalme“) erinnert, indem ähnlich, wie bei *Cycas*, bei gewissen Medullosen mehrere Holzringe durch eine besondere Art von unregelmäßigem Dickenwachstum erscheinen. Nach den neuesten Untersuchungen von RUDOLPH ist indes diese Ähnlichkeit nicht so groß, indem die Unterbrechungszonen der Holzringe sehr eigentümlich (horizontal) verlaufende Holzzellen enthalten, während die übrigen Holzringe aus gewöhnlichen, vertikal verlaufenden Holzzellen bestehen, eine höchst merkwürdige Struktur, die zwar unter den fossilen Pflanzen, nicht aber unter den lebenden etwas Analoges hat. In der Mitte befindet sich ein großes Mark (daher *medullosa*, die Markreiche), in dem selber noch eine Anzahl selbständiger Holzstränge stecken, bei denen besonders auffallend ist, daß sie ihrerseits auch nachträgliches Dickenwachstum zeigen. Die *Myeloxylon*-Blattstiele (Fig. 55) („Markholz“) sind ebenfalls sehr markreich und zeigen zahlreiche kleine Leitbündel auf dem Querschnitt verstreut, zum Teil auch noch Gummi- oder Harzgänge. In der äußersten Rinde des Stammes und der Blattstiele befinden sich zahlreiche Bastbündel, die etwa parallel miteinander in der Längsrichtung des Stammes verlaufen und durch ihre Lage am Außenrande insbesondere den Blattstielen die nötige Steifigkeit verliehen haben. Diese Bastbündel sind es, die sich bei kohliger Erhaltung des Stengels äußerlich in Form der genannten Längsriefen ausprägen, da solche Bastelemente vermöge der festeren Konsistenz immer weniger stark zusammensinken, als das übrige Gewebe.

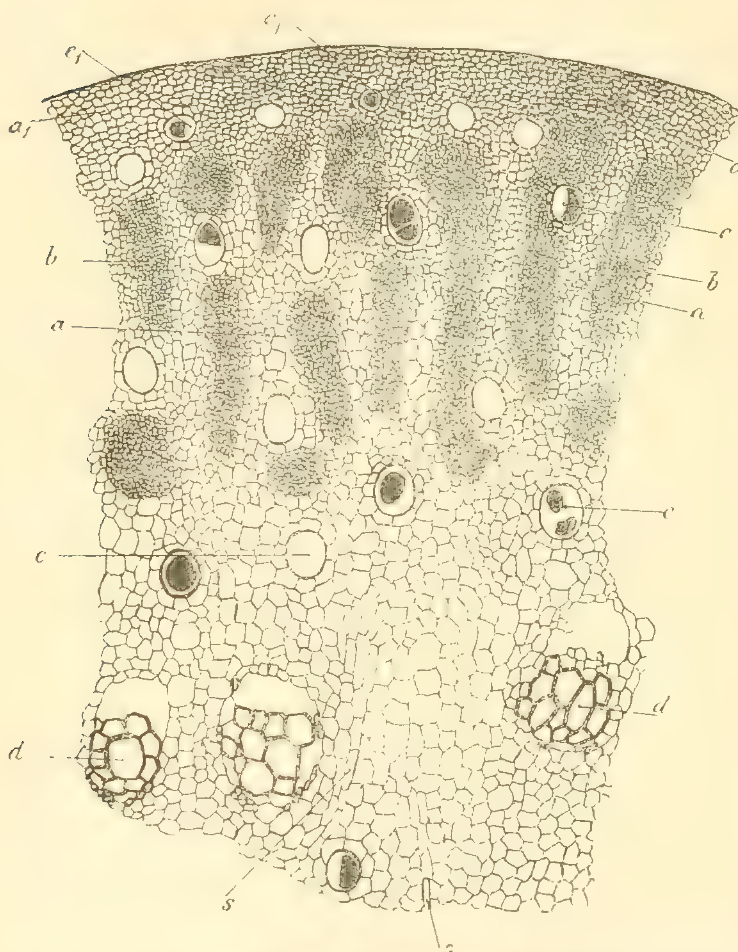


Fig. 55. Teil des Querschnittes eines *Myeloxylon*-Blattstieles aus dem Rotliegenden von Chemnitz. Vergr.

Man kann bei den Alethopteriden zwei Gruppen unterscheiden, deren einzelne Formen sich zum Teil äußerlich vollkommen gleich sind, von denen die eine Fiederaderung, die andere Maschenaderung besitzt. Es ist praktisch, ähnlich wie bei den nachher zu besprechenden Neuropteriden, diese Gruppen

bis auf weiteres getrennt zu erhalten, obwohl sie in der Fruktifikation sich vielleicht näher stehen als man denkt. Allerdings kann man in dieser Richtung noch keine genaueren Angaben machen.

Alethopteris STERNBERG. Nach dieser Gattung haben wir den ganzen Namen der Gruppe genommen. Die Aderung ist hier fiederig, die typischen Formen sind die mit größeren zungenförmigen herablaufenden Blättchen, zu denen die häufigsten Arten des Karbons gehören. Andere Arten sind aber auch kleinblätterig, und da das Herablaufen weniger ausgeprägt ist, mehr *Pecopteris* ähnlich. Die Nebenadern, d. h. die aus der Spindel kommenden, sind aber immer leicht zu bemerken. Die mehr pecopteridischen Arten sind

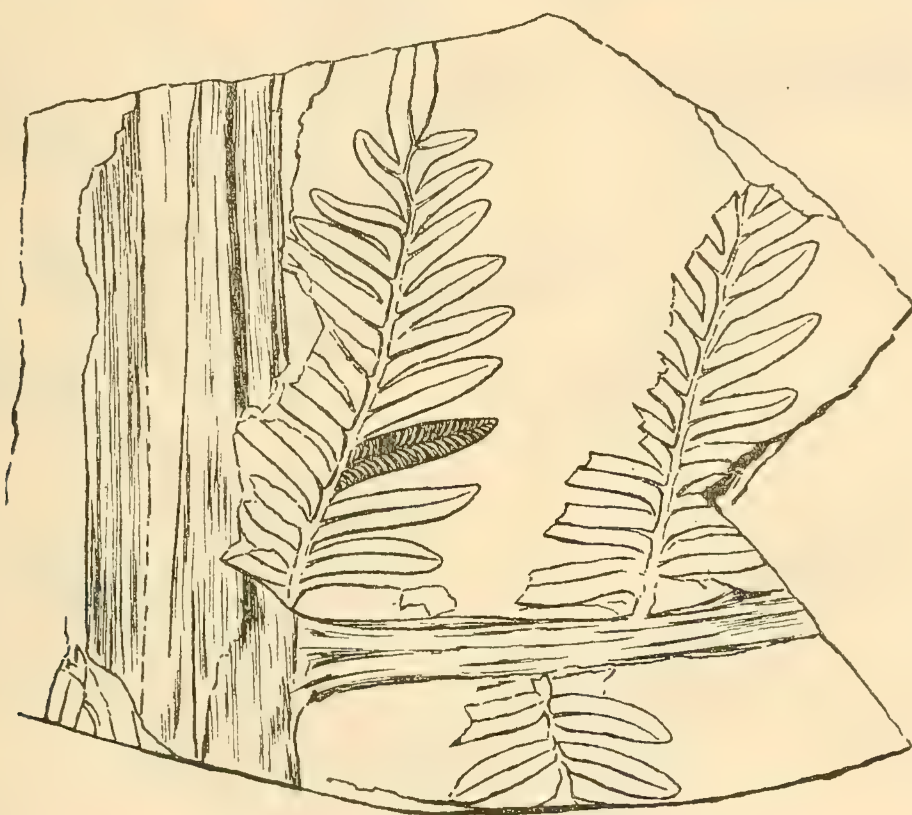


Fig. 56. *Alethopteris lonchitica* (SCHLOTH.) UNGER. Aus dem mittleren Oberkarbon.

häufig mit *Callipteridium* verwechselt worden, und umgekehrt (z. B. T. 16, 2; 22 a, 2). Letzteres besitzt jedoch wie die Gattung *Callipteris* selber Zwischenfiedern. Bei schlechter Erhaltung können auch wohl einige *Pecopteris*-Arten mit kleinblättrigen *Alethopteris*-Arten verwechselt werden.

Die Arten der Gattung sind sehr häufig im mittleren Oberkarbon, ihre letzten Angehörigen sind im Rotliegenden zu finden.

A. lonchitica (SCHLOTHEIM) UNGER. Wie Fig. 56 zeigt, handelt es sich bei dieser Art um Formen mit etwa lanzettlichen schlanken und etwas locker stehenden Blättchen mit recht enger Aderung; das Herablaufen am Stengel ist sehr deutlich. Die Art steht der folgenden nahe, ja manche Autoren meinen, daß beide Arten nur eine einzige darstellen. Obwohl es Stücke gibt, bei denen man zu einer Entscheidung kaum kommen wird, ist es doch nötig, bis auf weiteres sie getrennt zu halten, weil die typischen Formen der folgenden Art in den tieferen Schichten des Oberkarbons kaum vorhanden sind, hier viel-

mehr die echte schmal- und etwas locker-blättrige *A. lonchitica* durchaus vorherrscht. Besonders kommt dies zum Ausdruck, wenn man größere Stücke in der Hand hat, die allerdings in manchen Kohlenbecken recht selten sind. Die Art ist gemein in Schichten, die etwa der oberen Magerkohle, der Fett- und Gaskohle des Ruhrbeckens entsprechen, und besonders in den

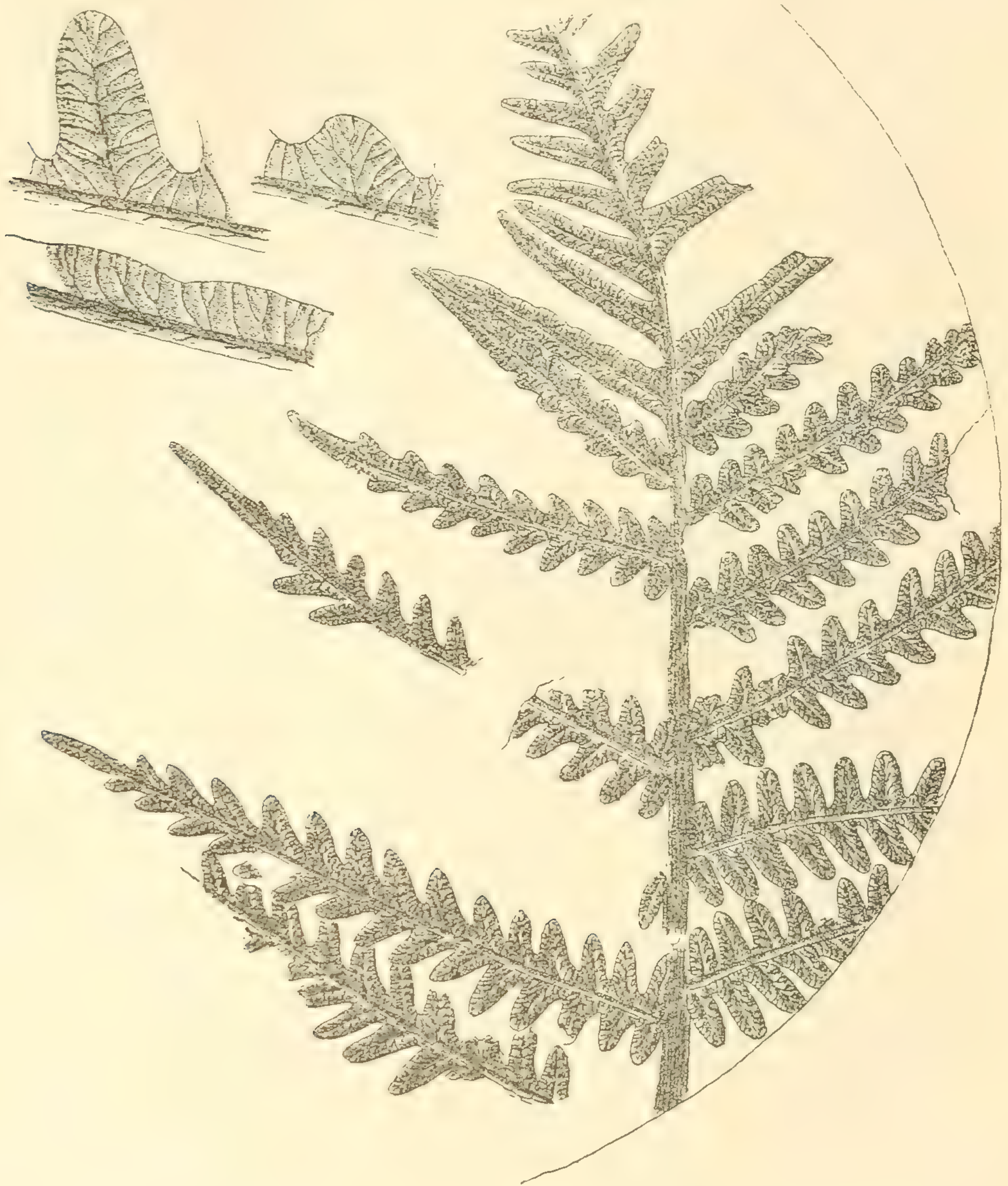


Fig. 57. *Alethopteris Davreuxi* Brgt. sp. Saarrevier: Bohrung 5 bei Geislautern (Flammkohle), 254 m.

westlichen Becken tritt sie so häufig auf, daß sie neben *Mariopteris muricata* und gewissen Neuropteriden am allerhäufigsten unter den farnblättrigen Pflanzen angetroffen werden.

A. Serli (Brongniart) Sternberg (T. 17). Von dieser Art war eben schon die Rede. Sie hat breitere, dichter stehende Blättchen und meist weniger dichte Aderung als die vorige, mit der sie mindestens sehr nahe verwandt ist. Sie ist fast ebenso häufig wie die vorige, tritt aber mit Vorliebe in den oberen Schichten des mittleren Oberkarbons auf. In dem oberen Oberkarbon ist von ihr kaum noch etwas zu bemerken.

Von anderen Arten nennen wir noch:

A. valida BOULAY, in ähnlichen Horizonten wie *A. lonchitica* zu Hause und namentlich in den westlichen paralischen Becken stellenweise nicht selten (T. 16, 1). Sie unterscheidet sich von den vorigen durch weniger lanzettliche als parallelrandige oder allmählich zur Spitze verschmälerte, oft etwas stumpfe Blättter und durch die Aderung, die lockerer als bei den vorigen ist und nicht wie dort senkrecht auf den Blattrand auftrifft, sondern mehr schräg aufsteigt.

A. Davreuxi BRONGNIART sp. (Fig. 57). Eine schmalblättrige, grob und und locker-aderige Form, deren Blätter zum Teil schon mehr *Pecopteris*-ähnlich aussehen, aber immerhin noch deutlich herablaufen. Sie ist am häufigsten im Saarbrücker Karbon (Fett- und Flammkohle) und tritt sonst sporadisch auch in anderen Becken aber anscheinend weniger häufig auf.

Im Ruhrrevier tritt die Art ziemlich häufig und regelmäßig in der Umgebung von Flöz Bismarck auf, also in der Gasflammkohle.

A. decurrens ARTIS sp. (T. 18, 5). Diese Art steht in manchen Stücken der vorigen entschieden nahe, unterscheidet sicht jedoch leicht durch die viel längeren und auch meist noch schmaleren Fiedern; die Aderung ist oft ziemlich grob und der der vorigen Art genähert. Beide Arten sind jedoch ganz selbständige Formenkreise, wie schon die Beobachtung der einzelnen Vorkommen zeigt. Die Art gehört entschieden zu den häufigen *A.*-Arten besonders der paralischen Becken, aber auch in den östlichen fehlt sie nicht. Sie kommt im Ruhrrevier in der Fett- bis in die Gasflammkohle vor, also im ganzen mittleren Oberkarbon, mit Ausnahme der unteren Schichten (Magerkohle); im Saarrevier scheint sie zu fehlen und wird hier gewissermaßen durch die dort sehr häufige *A. Davreuxi* ersetzt.

A. Grandini (BRONGNIART) sp. Eine Art, die in hohen Schichten des mittlen Oberkarbons ihren Anfang nimmt und bis ins Rotliegende hinauf zu verfolgen ist, in der Blättchenform ziemlich verschieden, bald schmäler, bald breiter ist und besonders durch die vollständige Abrundung der Blättchen am Gipfel auffällt. Man kann sie nicht als häufig bezeichnen.

Die älteste bekannte *Alethopteris*-Art ist in der Randgruppe Oberschlesiens bekannt (unteres Oberkarbon), *A. parva* POTONIÉ mit meist kleinen dreieckigen Blättchen. Außerdem sind noch einige kleinere Formen bekannt, die speziell in den höheren Schichten des Oberkarbons eventuell im Rotliegenden gefunden sind; bei ihnen ist den Autoren häufig eine Verwechslung mit *Callipteridium* passiert. Die T. 16, 2 abgebildete *Alethopteris Costei* ZEILLER ist z. B. meist für *Callipteridium gigas* gehalten worden. Noch mehr *Pecopteris*-ähnlich ist die in den obersten Schichten des mittleren Oberkarbons (z. B. in der Flammkohle des Saarreviers) vorkommende *Alethopteris Armasi* (ZEILL.) FRANKE (T. 22a, 2), deren Aderung sie aber zu *Alethopteris* verweist; noch ähnlicher ist sie *Callipteridium pteridium* (T. 19, 1), hat jedoch keine Zwischenfiedern wie dieses. Wir führen diese Arten auf, um bei Bestimmungen Verwechslungen von *Alethopteris* mit *Pecopteris* und *Callipteridium* zu verhüten. —

Lonchopteris BRONGNIART („Speerfarn“ vom griechischen λογχη Lanze und Farn). Die Arten der Gattung *Lonchopteris* sind äußerlich den häufigsten Arten von *Alethopteris* zum Verwechseln ähnlich, unterscheiden sich von

ihnen aber durch die Netzaderung. Bei einigen Arten bemerkt man, daß die Maschung außerordentlich weit und locker ist, so daß solche Typen noch dem *Alethopteris*-Typus auch in der Aderung nahestehen; dieses Verhältnis dürfte zeigen, daß die Maschenaderung überhaupt aus der Fiederaderung durch seitliche Verschmelzung (Anastomosieren) der Seitenadern entstanden ist. Wir werden bei den folgenden Arten jeweils angeben, welchen *Alethopteris*-Arten sie der äußeren Form nach entsprechen. Die *Lonchopteris*-Arten sind, wie sich auch beim Betrachten der Tabelle S. 18/19 ergibt, außerordentlich wertvolle Leitfossilien, da sie nur in einem beschränkten Horizont des mittleren Oberkarbons zu Hause sind. Wichtig ist außerdem, daß sie vermöge ihrer überaus charakteristischen Aderung unter den Steinkohlenpflanzen meist an den unscheinbarsten Stücken zu bestimmen sind. Sie stellen neben den Arten der Gattung *Linopteris* die ältesten Blattformen mit Maschenaderung dar.

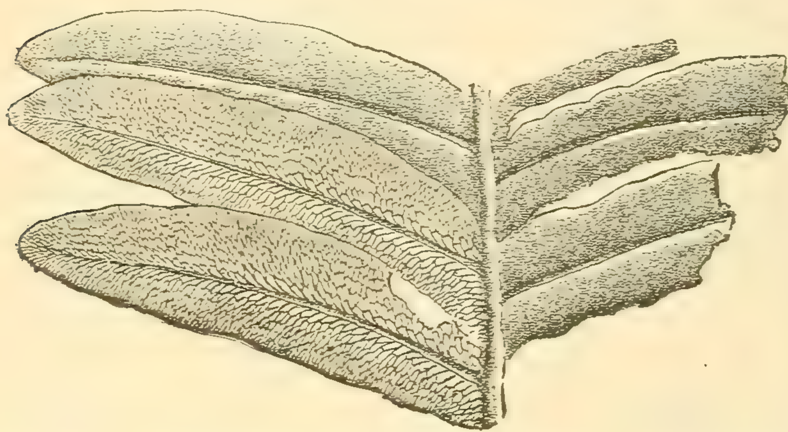


Fig. 58. *Lonchopteris silesiaca* GOTH. Mittl. Oberkarbon (Muldengruppe), Oberschlesien.

L. rugosa und *Bricei* BRONGNIART (T. 5a, 2; 15, 3). Wir führen hier diese beiden von ZEILLER und früher vom Verfasser getrennt gehaltenen Arten als eine einzige auf, da die Unterscheidung, wie sich immer mehr heraustellt, und wie erst kürzlich RENIER betont hat, nicht möglich ist. Die Art gleicht äußerlich *A. valida* und besitzt ein enges typisches Maschenadernetz, das bei einigen Formen, besonders bei etwas großblättrigen Stücken auch etwas lockerer werden kann („*L. Bricei*"). Im übrigen ist zu der Art kaum etwas zu bemerken, die Figur zeigt ihre Eigentümlichkeiten zur Genüge. Die Art besitzt als Leitfossil wegen ihrer weiten Verbreitung eine ganz besondere Wichtigkeit. Ihre geographische Verbreitung ist aber nicht so universell, wie man früher gemeint hat. Wir wollen diese und die geologische Verbreitung, die auch für das Sammeln naturgemäß von Bedeutung ist, etwas näher betrachten. Die Art ist gemein eigentlich nur in dem Beckenkomplex Nordfrankreich, Belgien, Aachen, Ruhr; während sie im Ruhrrevier eigentlich nur in der Gaskohle (zwischen Flöz Katharina und der Zollvereingruppe) vorkommt, geht sie im Westen (schon in Aachen) etwa noch 100 m tiefer. Nicht selten ist ihr Vorkommen in Ober- und Niederschlesien, im ersteren Becken in den oberen Schichten der Muldengruppe (nicht mehr in den Chelmerschichten), in Niederschlesien im Hangendzug, auch in den Schatzlarerschichten auf der böhmischen Seite. In den böhmischen Binnenbecken fehlt sie zwar nicht, ist aber selten, in den sächsischen fehlt sie ganz. In Saarbrücken sind in der untersten Fettkohle zwei bis drei Stücke einer verwandten *L.*-Art gefunden, d. h. die Gattung ist da äußerst selten. Von dem französischen Karbon weiter nach Westen ist sie in dem großbritannischen Karbon auffallend selten, im nordamerikanischen überhaupt nicht vorhanden. Für Europa liegt ihr Haupt-

vorkommen, wie das der Lonchopteriden überhaupt, in den paralischen Becken des varistischen Gebirgsbogens (S. 6).

L. silesiaca GOTHAN. Die Art ist in typischen Stücken nur aus Oberschlesien bekannt, gleicht äußerlich mit ihren lanzettlichen Blättern der *Alethopteris lonchitica* und *Serli*; von der vorigen Art unterscheidet sie sich auch durch die mehr gestreckten schmaleren Maschen. Am wichtigsten ist jedoch die äußere Form (vgl. Fig. 58).

Es gibt auch eine *L.*-Art, die der Form nach *A. Davreuxi* gleicht; eine durch die sehr lockeren und weiten Maschen mehr an den *Alethopteris*-Typus erinnernde *L.*-Art ist ferner *L. Eschweileriana* ANDRAE. Diese und ähnliche Formen sind aber selten und finden sich öfter schon etwas tiefer als die obigen *Lonchopteriden*. Zu den mehr *Alethopteris* ähnlichen *L.*-Arten gehört schließlich die anscheinend nur in Niederschlesien (Hangendzug) eine Rolle spielende *L. conjugata* GÖPPERT.

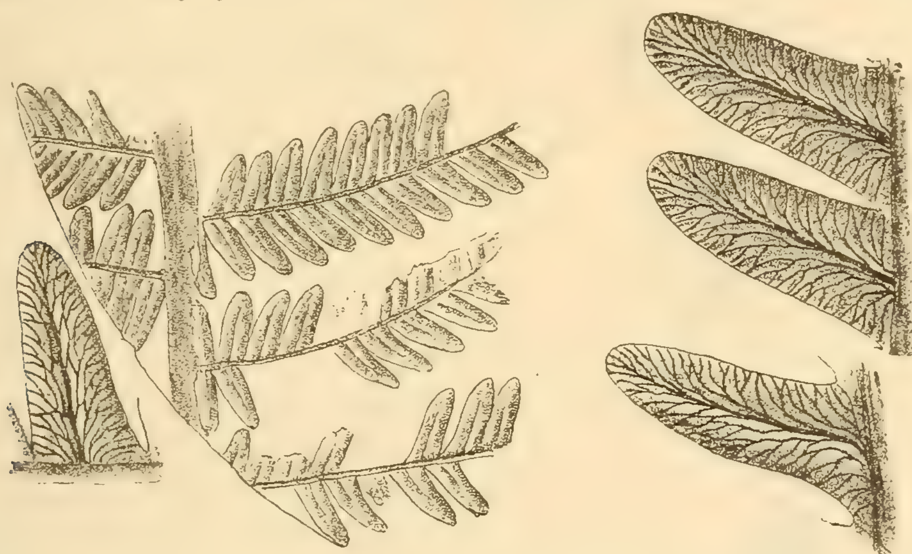


Fig. 59. *Palaeoweichselia Defrancei* (BRONGN.) POT. u. GOTH. Saarrevier, mittl. Flammkohle.

Anhang: *Palaeoweichselia Defrancei* (BRONGN.) POT. u. GOTH., Fig. 59. Diese Form, in der Literatur früher meistens als Lonchopteris aufgeführt, stellt nach allem, was wir davon wissen, eine isolierte monotypische Art dar. Sie ähnelt äußerlich einer *Pecopteris*, hat aber robustere Struktur und viel stärker hervortretende, oft wie gestochene Aderung. Die Aderung besteht in von der Mittelader schräg aufwärts steigenden, stark geschwungenen, 1 bis 2 mal geteilten, stark ausgeprägten Seitenadern, die gelegentlich Maschen bilden (miteinander anastomosieren). Die Form stellt sicher auch keinen Farn dar, sondern eine Pteridosperme. Sie ist überaus häufig in der Flammkohle (namentlich der unteren) des Saarbeckens und tritt, wie es scheint, ausschließlich hier auf. Noch niemals ist ein Stück anderswo gefunden worden, wogegen sie in Saarbrücken ganz gemein ist. Sie ist eine der ausgesprochensten Lokalpflanzen der angeblich so einheitlichen Steinkohlenflora.

5. *Callipterides*, Callipteriden

(vom griechischen καλος schön und πτερις Farn)

Die Gruppe der Callipteriden umfaßt nach unserer Auffassung zwei Gattungen, die eine Reihe höchst wertvoller Leitfossilien stellen. Sie schließt

sich im großen und ganzen an die Alethopteriden an, jedoch kommen auch Formen vor, bei denen die Blättchen eine starke Zerteilung aufweisen, so daß sphenopteridische Formen zustande kommen. Ganz besonders charakteristisch ist für alle Gattungen dieser Gruppe das Auftreten von Zwischenfiedern (S. 25), und zwar sowohl von solchen an der Hauptspindel, die dann denen der Seitenspindeln ähneln, als auch im Falle stärkerer Zerteilung der Blättchen überhaupt an den Nebenachsen, indem der unterste Lappen von dem Hauptblättchen abrückt und selbständig an der Achse dran sitzt (Fig. 18; T. 20). Die Arten sind zweifellos keine Farne, sondern Pteridospermen; man kennt zwar weder die zugehörigen Samen noch die männlichen Organe genauer, doch hat man noch niemals trotz der stellenweise ungemeinen Häufigkeit und weiten Verbreitung der Formen an den Blättchen Sporangien finden können; Behauptungen, die darauf hinzielen, gründen sich auf Mißdeutungen, wie einwandfrei nachgewiesen ist. Ebenso weiß man über die anatomische Beschaffenheit der Stengel nicht Bescheid. Es ist jedoch zu vermuten, daß bei der ähnlichen Beschaffenheit der Spindeln der kohlig erhaltenen Stücke dieselben eine ähnliche Struktur wie die der Alethopteriden, d. h. medullosaartige Stämme besessen haben werden. Charakteristisch ist noch bei manchen Stücken, daß in den oberen Teilen der im übrigen fiedrige Wedelaufbau zu unregelmäßiger, mehr gabeliger Verzweigung neigt; besonders interessant ist der Aufbau des Wedels bei *Callipteridium pteridium* (T. 19, 1; Fig. 60). Manche *Callipteris*-Arten scheinen auch in der Nähe der Basis eine Gabelung des Stengels zu besitzen. Alle Gattungen und Arten kommen nur in den höchsten Schichten des Paläozoikums vor, d. h. im oberen Oberkarbon und Rotliegenden, geringe Spuren noch im Kupferschiefer.



Fig. 60. *Callipteridium pteridium* SCHLOTH. sp. *a* Schema des größten bekannten Stücks von Commentry (Frankr.) *b* Dasselbe aus dem Wettiner Karbon bei Halle a. d. Saale. Oberes Oberkarbon.

Callipteridium WEISS. Die Blättchen sehen im großen und ganzen wie eine *Pecopteris* aus, stehen meist senkrecht ab und haben an den Achsen unregelmäßig geformte Zwischenfiedern. Fig. 60a gibt ein Schema des größten

bekannten Stücks, nach einem Stück aus dem Becken von Commentry in Frankreich, bei dem die eigentümliche Knickung des Hauptstengels, die Neigung zur Gabelung und die strenge Durchführung der Zwischenfiederung bemerkenswert ist. Die Gattung ist ziemlich artenarm und kann in kleineren Stücken höchstens mit *Alethopteris*-Arten verwechselt werden. Die Auffindung der Zwischenfiedern kann dann erst jeden Zweifel beseitigen. Es sind nur wenige Arten der Gattung bekannt, am häufigsten ist noch

C. pteridium SCHLOTHEIM sp. (Fig. 60; T. 19, 1), die in den oberen Schichten des Oberkarbons verbreitet, an manchen Stellen sogar häufig ist, wie z. B. in dem fast abgebauten Vorkommen von Wettin bei Halle. Ins Rotliegende dürfte diese Art nicht hinaufgehen. Dagegen ist hier zu Hause das nur sehr selten schon in den höchsten Schichten des oberen Oberkarbons (Commentry) auftauchende

C. gigas GUTBIER sp. (T. 18, 1). Die Blättchen sind bei dieser Art bedeutend größer und breiter als bei der vorigen und besitzen eine verhältnismäßig sehr feine Aderung nebst einer stark hervortretenden Mittelader. Die Art ist in Deutschland im Rotliegenden stellenweise nicht selten (z. B. Ilfeld am Harz usw.). —

Callipteris BRONGNIART. Die Gattung, die der ganzen Gruppe den Namen gegeben hat und wegen deren auch die andere Gattung *Callipteridium* (d. h. *Callipteris*-Form) ihren Namen bekommen hat. Die Gattung ist in der heutigen Fassung ziemlich vielgestaltig, was daher rührt, daß die Blättchen zum Teil typisch alethopteridisch sind wie bei der häufigsten Art, *C. conferta*, zum Teil aber wie *Sphenopteris*-Arten aussehen, von denen sie u. a. sofort durch die Zwischenfiedern zu unterscheiden sind (T. 20). Die Gattung enthält einige 20 Arten, von denen aber nur wenige häufig und weiterverbreitet gewesen zu sein scheinen. Alle Arten sind unbedingt zuverlässige Leitfossilien für das Rotliegende. Noch nie ist eine Art in noch zweifellos karbonischen Schichten gefunden worden. Außer den Arten des Rotliegenden kommt nur noch eine (oder mehrere?) Arten im Kupferschiefer in Frage. Am häufigsten und verbreitetsten ist

C. conferta BRONGNIART (Fig. 18; T. 21, 1), eine ihrer Form nach an manchen Stellen ziemlich konstante, an anderen Stellen wieder mehr variable Art. Die Blättchen sind bei ihr typisch alethopteridisch, meist dicht gedrängt (daher der Name *conferta*, dicht gedrängt), aber auch lockerer gestellte Formen kommen vor und auch solche, bei denen die Blättchen zu Kerbungen und Lappungen neigen, wodurch Übergänge zu nahe verwandten Arten geschaffen werden. Die Art ist als Rotliegend-Leitfossil in fast allen Lehrbüchern abgebildet und daher kommt es, daß man bei Nennung des Namens *Callipteris* immer zunächst an diese Art denkt, wodurch sonstige mehr sphenopteridische Arten leicht verkannt werden. Die Art ist sowohl im französischen wie auch im deutschen Rotliegenden häufig und scheint nur an wenigen Stellen seltener gewesen zu sein; auch im russischen Kupfersandstein treten wenigstens ziemlich nahestehende Formen auf, wobei allerdings nicht zu verkennen ist, daß der Gesamtformenkreis dort sich in anderen Bahnen bewegt als bei uns. Auch im Rotliegenden Nordrußlands, und in ähnlichen Schichten des Altai (Kuznezk) treten verwandte Formen auf, und nach den neueren Mitteilungen der Japaner

scheint auch in Ostasien die Art nicht gefehlt zu haben. Das gleiche gilt von den entsprechenden Schichten Nordamerikas. Auf die nähere Verbreitung dieser Formen und verwandter Arten der Gattung dort kann hier nicht eingegangen werden. Von anderen Arten nennen wir noch zunächst die auch bei uns nicht seltene

C. Naumanni Gutbier sp. (T. 21, 2), eine Art, die man vielleicht kurz beschreiben kann als eine kleine, oft sehr lockerblätterige *C. conferta,* bei der die einzelnen Blättchen durch die Seitenadern in ziemlich selbständig erscheinende, oft auch wirklich getrennte, schmal lineale, stark aufwärtsgerichtete Läppchen zerteilt werden; am Grunde sind die Blättchen häufig eingeschnürt, so daß bei dieser Art mehr eine *Sphenopteris* zustande kommt. Die Art findet sich im mitteleuropäischen Rotliegenden recht verbreitet, aber viel seltener als *C. conferta* und meist mit dieser zusammen. Die danach häufigste Art ist vielleicht

C. lyratifolia Goeppert sp. (leierförmig beblätterte; als leierförmig bezeichnet man in der Botanik ein gefiedertes Blatt, bei denen der Endzipfel ziemlich groß, rundlich ist), die eine der zierlichsten Arten der Gattung darstellt und äußerlich zunächst vollständig wie eine *Sphenopteris* aussieht (T. 20), durch die Zwischenfiederung aber ihre Zugehörigkeit sofort kenntlich macht. Die Art ist bei uns z. B. im Saarbrücker Rotliegenden, in Frankreich und sonst gelegentlich als Seltenheit gefunden worden.

Andere Arten der Gattung schließen sich in der Form bald mehr an den Typus der *Callipteris conferta*, bald mehr an *C. lyratifolia* an, und die extremen Arten der letzteren Reihe, die überhaupt große Seltenheiten darstellen, wie *C. Bergeroni* Zeiller, *C. Raymondi* Zeiller u. a. sehen äußerlich dem *Conferta*-Typus ganz unähnlich. Wir übergehen diese und erwähnen nur noch, weil gerade in Deutschland noch am meisten gefunden, die kleine Kupferschieferart *C. Martinsi* Germar sp. (T. 18, 3, 4). Wie die Abbildung zeigt, handelt es sich um eine sehr kleinblätterige Art, die sich sonst im äußeren an *C. conferta* usw. anschließt. Die Stücke, die sich im Kupferschiefer davon finden, sind oft sehr unvollkommen und sehen wie kleine *Pecopteris*-Stücke aus; indes hat man an günstigen größeren Funden die Zugehörigkeit zu *Callipteris* erkennen können, welche neuerdings noch dadurch erhärtet worden ist, daß man mit Hilfe des Macerationsprozesses eine ähnliche Struktur der Blatthaut nachgewiesen hat, wie bei *C. conferta.* Die Art ist im Kupferschiefer von Riechelsdorf in Hessen, der Frankenberger Gegend, im Mansfeldischen und auch in der Zechsteinüberlagerung des Ruhrbeckens festgestellt worden. Als häufig kann man sie nicht bezeichnen.

6. *Odontopterides,* Odontopteriden („Zahnfarne“, sehr unglücklicher Name)

Blättchen pecopteridisch oder alethopteridisch, die unteren oft neuropteridisch oder anders gestaltet; Mittelader fehlt, daher typische Fächeraderung. Die Verzweigung ist im ganzen fiederig, indes ist der Wedelaufbau nur bei einer einzigen Art vollständig bekannt, der *O. minor* Brongniart, deren Wedelstruktur nach dem französischen Material Fig. 20 zeigt. Auffallend ist dabei, abgesehen von der Gabelung des Wedels und der Verschieden-

blätterigkeit der beiden Gabelteile besonders der Besitz von abweichend gestalteten zerschlitzten großen Blättern an dem Fußstück des Wedels, welcher dadurch und auch sonst an den Aufbau gewisser *Neuropteris*-Wedel erinnert (vergl. Fig. 19). Offenbar sind beide Gattungen miteinander näher verwandt, worauf auch hinweist, daß einerseits manche *Odontopteris*-Arten, wie z. B. *O. subcrenulata* etwas ausgesprochen Neuropteridisches haben, während andererseits gewisse *Neuropteris*-Arten oft entschieden Ähnlichkeit mit *Odontopteris*-Stücken besitzen (vergl. *Neurodontopteris* POTONIÉ S. 68). Die Arten waren sämtlich keine Farne, sondern Pteridospermen, doch weiß man über ihre Fruktifikationen nichts Näheres. Ebenso über die Strukturverhältnisse der Stengel, die sich indes mehr oder weniger denen der Alethopteriden bezw. Neuropteriden angeschlossen haben werden. Die Arten der Gattung finden sich fast nur im oberen Oberkarbon und Rotliegenden, sind also als Leitfossilien recht wichtig.

O. subcrenulata (ROST) ZEILLER dürfte wenigstens in Mitteleuropa die verbreitetste und häufigste Art gewesen sein. Sie findet sich von Frankreich durch ganz Deutschland bis nach Schlesien hinein. Die Art hat, wie T. 15, 1 erkennen läßt, wesentlich neuropteridischen Charakter, der einerseits durch die fast ganz neuropterisartigen Basalblättchen der Seitenteile des Wedels, andererseits durch den langen zungenförmigen Endlappen hervorgerufen wird und noch ausgesprochener hervortritt, wenn die Lappung dieser Blatteile überhaupt unterdrückt wird und so der Habitus eines reinen *Neuropteris*-Blattes herauskommt. Man legt bisher auf die mittleren Blättchen der Seitenteile des Wedels den Hauptnachdruck, die vollständig die Merkmale von *Odontopteris* zeigen. Die Blätter und Blatteile zeigen stets an der Spitze bezw. am Ende vollständige Abrundung. Die Art kommt vor im oberen Oberkarbon und im unteren bis mittleren Rotliegenden.

O. osmundaeformis SCHLOTHEIM sp. (nach *Osmunda*, dem lebenden Königsfarn feuchter Wälder) schließt sich in der Gestalt der odontopteridischen Blättchen der vorigen Art an. Die Blättchen sind jedoch an den Seitenteilen viel zahlreicher, niemals verschmolzen, werden nach der Spitze zu kleiner und endigen in einem ganz kurzen Endlappen; auffallend ist oft noch das abweichend gestaltete, öfter etwas gelappte Basalblatt der Unterseite der Seitenteile des Wedels. Die Art muß im ganzen als selten bezeichnet werden und ist eigentlich nur im thüringischen Rotliegenden (Manebach) häufiger gefunden worden, von wo sie schon der alte SCHLOTHEIM kannte.

O. alpina (STBG.) H. B. GEINITZ (T. 19, 3) gehört wenigstens bei uns zu den selteneren Arten, scheint aber an anderen Stellen häufiger vorgekommen zu sein. Man kann sie kurz beschreiben als eine der vorigen bis auf deren lange Endlappen mehr oder weniger ähnliche Art, deren Blättchen öfter mehr zugespitzt erscheinen, vor allen Dingen aber durch die viel lockerere Aderung leicht zu erkennen sind. Die Art ist im oberen Oberkarbon und noch etwas tiefer zu finden, z. B. in der Saarbrücker Flammkohle.

O. minor BRONGNIART (Fig. 61) hatten wir oben schon erwähnt, weil sie die einzige Art der Gattung ist, bei der die gesamte Wedelstruktur bekannt ist (Fig. 20). Sie ist mit den beiden folgenden ein Vertreter der Odontopteriden mit mehr dreieckigen Blättern. Die Blätter sind meist auch kleiner als bei den vorigen Arten. Noch nicht ganz geklärt dürfte der Unterschied

scheint auch in Ostasien die Art nicht gefehlt zu haben. Das gleiche gilt von den entsprechenden Schichten Nordamerikas. Auf die nähere Verbreitung dieser Formen und verwandter Arten der Gattung dort kann hier nicht eingegangen werden. Von anderen Arten nennen wir noch zunächst die auch bei uns nicht seltene

C. Naumanni GUTBIER sp. (T. 21, 2), eine Art, die man vielleicht kurz beschreiben kann als eine kleine, oft sehr lockerblätterige *C. conferta*, bei der die einzelnen Blättchen durch die Seitenadern in ziemlich selbständig erscheinende, oft auch wirklich getrennte, schmal lineale, stark aufwärtsgerichtete Läppchen zerteilt werden; am Grunde sind die Blättchen häufig eingeschnürt, so daß bei dieser Art mehr eine *Sphenopteris* zustande kommt. Die Art findet sich im mitteleuropäischen Rotliegenden recht verbreitet, aber viel seltener als *C. conferta* und meist mit dieser zusammen. Die danach häufigste Art ist vielleicht

C. lyratifolia GOEPPERT sp. (leierförmig beblätterte; als leierförmig bezeichnet man in der Botanik ein gefiedertes Blatt, bei denen der Endzipfel ziemlich groß, rundlich ist), die eine der zierlichsten Arten der Gattung darstellt und äußerlich zunächst vollständig wie eine *Sphenopteris* aussieht (T. 20), durch die Zwischenfiederung aber ihre Zugehörigkeit sofort kenntlich macht. Die Art ist bei uns z. B. im Saarbrücker Rotliegenden, in Frankreich und sonst gelegentlich als Seltenheit gefunden worden.

Andere Arten der Gattung schließen sich in der Form bald mehr an den Typus der *Callipteris conferta*, bald mehr an *C. lyratifolia* an, und die extremen Arten der letzteren Reihe, die überhaupt große Seltenheiten darstellen. wie *C. Bergeroni* ZEILLER, *C. Raymondi* ZEILLER u. a. sehen äußerlich dem *Conferta*-Typus ganz unähnlich. Wir übergehen diese und erwähnen nur noch, weil gerade in Deutschland noch am meisten gefunden, die kleine Kupferschieferart *C. Martinsi* GERMAR sp. (T. 18, 3, 4). Wie die Abbildung zeigt, handelt es sich um eine sehr kleinblätterige Art, die sich sonst im äußeren an *C. conferta* usw. anschließt. Die Stücke, die sich im Kupferschiefer davon finden, sind oft sehr unvollkommen und sehen wie kleine *Pecopteris*-Stücke aus; indes hat man an günstigen größeren Funden die Zugehörigkeit zu *Callipteris* erkennen können, welche neuerdings noch dadurch erhärtet worden ist. daß man mit Hilfe des Macerationsprozesses eine ähnliche Struktur der Blatthaut nachgewiesen hat, wie bei *C. conferta.* Die Art ist im Kupferschiefer von Riechelsdorf in Hessen, der Frankenberger Gegend, im Mansfeldischen und auch in der Zechsteinüberlagerung des Ruhrbeckens festgestellt worden. Als häufig kann man sie nicht bezeichnen.

6. ***Odontopterides,* Odontopteriden** („Zahnfarne", sehr unglücklicher Name)

Blättchen pecopteridisch oder alethopteridisch, die unteren oft neuropteridisch oder anders gestaltet; Mittelader fehlt, daher typische Fächeraderung. Die Verzweigung ist im ganzen fiederig, indes ist der Wedelaufbau nur bei einer einzigen Art vollständig bekannt, der *O. minor* BRONGNIART, deren Wedelstruktur nach dem französischen Material Fig. 20 zeigt. Auffallend ist dabei, abgesehen von der Gabelung des Wedels und der Verschieden-

blätterigkeit der beiden Gabelteile besonders der Besitz von abweichend gestalteten zerschlitzten großen Blättern an dem Fußstück des Wedels, welcher dadurch und auch sonst an den Aufbau gewisser *Neuropteris*-Wedel erinnert (vergl. Fig. 19). Offenbar sind beide Gattungen miteinander näher verwandt, worauf auch hinweist, daß einerseits manche *Odontopteris*-Arten, wie z. B. *O. subcrenulata* etwas ausgesprochen Neuropteridisches haben, während andererseits gewisse *Neuropteris*-Arten oft entschieden Ähnlichkeit mit *Odontopteris*-Stücken besitzen (vergl. *Neurodontopteris* POTONIÉ S. 68). Die Arten waren sämtlich keine Farne, sondern Pteridospermen, doch weiß man über ihre Fruktifikationen nichts Näheres. Ebenso über die Strukturverhältnisse der Stengel, die sich indes mehr oder weniger denen der Alethopteriden bezw. Neuropteriden angeschlossen haben werden. Die Arten der Gattung finden sich fast nur im oberen Oberkarbon und Rotliegenden, sind also als Leitfossilien recht wichtig.

O. subcrenulata (ROST) ZEILLER dürfte wenigstens in Mitteleuropa die verbreitetste und häufigste Art gewesen sein. Sie findet sich von Frankreich durch ganz Deutschland bis nach Schlesien hinein. Die Art hat, wie T. 15, 1 erkennen läßt, wesentlich neuropteridischen Charakter, der einerseits durch die fast ganz neuropterisartigen Basalblättchen der Seitenteile des Wedels, andererseits durch den langen zungenförmigen Endlappen hervorgerufen wird und noch ausgesprochener hervortritt, wenn die Lappung dieser Blatteile überhaupt unterdrückt wird und so der Habitus eines reinen *Neuropteris*-Blattes herauskommt. Man legt bisher auf die mittleren Blättchen der Seitenteile des Wedels den Hauptnachdruck, die vollständig die Merkmale von *Odontopteris* zeigen. Die Blätter und Blatteile zeigen stets an der Spitze bezw. am Ende vollständige Abrundung. Die Art kommt vor im oberen Oberkarbon und im unteren bis mittleren Rotliegenden.

O. osmundaeformis SCHLOTHEIM sp. (nach *Osmunda*, dem lebenden Königsfarn feuchter Wälder) schließt sich in der Gestalt der odontopteridischen Blättchen der vorigen Art an. Die Blättchen sind jedoch an den Seitenteilen viel zahlreicher, niemals verschmolzen, werden nach der Spitze zu kleiner und endigen in einem ganz kurzen Endlappen; auffallend ist oft noch das abweichend gestaltete, öfter etwas gelappte Basalblatt der Unterseite der Seitenteile des Wedels. Die Art muß im ganzen als selten bezeichnet werden und ist eigentlich nur im thüringischen Rotliegenden (Manebach) häufiger gefunden worden, von wo sie schon der alte SCHLOTHEIM kannte.

O. alpina (STBG.) H. B. GEINITZ (T. 19, 3) gehört wenigstens bei uns zu den selteneren Arten, scheint aber an anderen Stellen häufiger vorgekommen zu sein. Man kann sie kurz beschreiben als eine der vorigen bis auf deren lange Endlappen mehr oder weniger ähnliche Art, deren Blättchen öfter mehr zugespitzt erscheinen, vor allen Dingen aber durch die viel lockerere Aderung leicht zu erkennen sind. Die Art ist im oberen Oberkarbon und noch etwas tiefer zu finden, z. B. in der Saarbrücker Flammkohle.

O. minor BRONGNIART (Fig. 61) hatten wir oben schon erwähnt, weil sie die einzige Art der Gattung ist, bei der die gesamte Wedelstruktur bekannt ist (Fig. 20). Sie ist mit den beiden folgenden ein Vertreter der Odontopteriden mit mehr dreieckigen Blättern. Die Blätter sind meist auch kleiner als bei den vorigen Arten. Noch nicht ganz geklärt dürfte der Unterschied

zwischen dieser Art und *O. Reichiana* GUTBIER (T. 15, 2) sein; letztere hat größere und breitere Blätter, sieht aber sonst *O. minor* oft recht ähnlich. *O. minor* ist in den französischen Becken des Zentralplateaus außerordentlich häufig, bei uns dagegen selten und nur in Bruchstücken gefunden. Die robustere *O. Reichiana* ist eine häufige Pflanze speziell des Zwickauer Karbons, wo sie in entschieden tieferen Schichten vorkommt, als *O. minor* zukommen. Vielleicht werden vollständigere Funde der vorliegenden Art auch Unterschiede im Wedelaufbau aufdecken.

Anhang. *Margaritopteris* (*μαργαριτης* Perle) *(Odont.) Coemansi* ANDRAE ist eine in ihrem Äußeren von den sonstigen *Odontopteris*-Arten ganz abweichende, mehr wie eine kleine *Pecopteris*- oder gar *Sphenopteris*-Art aussehende Form. Die einzelnen kleinen Blättchen zeigen bei genauerer Betrachtung (T. 16, 3; 18, 2) keine Mittelader, also *Odontopteris*-Charakter; in der Tat dürfte die Verwandtschaft mit den *Odontopteris*-Arten enger sein, als man zunächst annehmen möchte, da in sehr vollständigen Stücken ein gabeliger Wedelaufbau beobachtet wurde mit größeren Blättern vom *Cyclopteris*-Typus an der Basis (S. 28), d. h. ähnlich wie bei *O. minor*. Auf jeden Fall liegt auch hier kein Farn vor, und eine Unterbringung dieser Form bei anderen Gattungen ist noch weniger möglich. Da sie immerhin unter den *Odontopteris*-Arten auch durch das geologisch ältere Vorkommen eine Sonderstellung einnehmen würde, so ist es vielleicht am besten, nicht den Namen *Odontopteris* selber zu verwenden, sondern eine eigene Gattung oder Untergattung: *Margaritopteris* GOTHAN (vom griechischen *μαργαριτης* Perle, weil die kleinen, sehr stark gewölbten Blättchen manchmal wie über die Platte gestreute schwarze Perlchen aussehen, also etwa Perl„farn“ (wobei aber zu bedenken ist, daß auch hier kein Farn, sondern eine Pteridosperme vorliegt). Die Art ist im allgemeinen selten und in den höheren Schichten des mittleren Oberkarbons verbreitet, ist zwar in einigen Steinkohlenbecken merkwürdigerweise recht häufig, z. B. in der mittleren Flammkohle des Saarreviers geradezu charakteristisch, ähnlich wie die S. 61 erwähnte *Palaeoweichselia Defrancei*; in der oberschlesischen Muldengruppe ist verhältnismäßig häufig eine Abart mit filziger Behaarung der Oberfläche (T. 16, 3); sonst aber nur sehr sporadisch gefunden oder ganz fehlend.



Fig. 61. *Odontopteris minor* BRONGNIART. Oberes Oberkarbon, Saarrevier.

7. *Neuropterides,* Neuropteriden

Der Name, den diese Gruppe bekommen hat (Neuropteriden soviel wie Aderfarne), ist wenig bezeichnend, da alle Farne mit Adern versehen sind. Richtiger wäre vielleicht gewesen „Zungenfarne“, eine Name, der, wie wir

später sehen werden, indes mit größerem Recht für eine andere Gattung verwandt worden ist. Die Blättchen der Neuropteriden sind kürzer oder länger zungenförmig bis kreisförmig, am Grunde scharf eingeschnürt, und haben eben die Charaktere, die wir vorn S. 24 als neuropteridisch bezeichnet hatten, welcher Name ja von der „Gattung“ *Neuropteris* selber hergenommen ist. Die Wedel waren groß und stark differenziert, die Aderung ist fiederig oder maschig. Man pflegt bisher die maschig geaderten Formen *(Linopteris)* den fiederig geaderten *(Neuropteris)* gegenüber zu stellen und die Aderung zur Unterscheidung der beiden Gattungen zu benutzen, und auch wir wollen dies aus praktischen Gründen hier noch weiter tun. Wir wollen indes betonen, daß, was die natürliche Verwandtschaft der Neuropteridenarten anbetrifft, diese Art der Unterscheidung offenbar nicht das Richtige trifft. Die Teilung der Neuropteriden müßte vielmehr nach dem Wedelaufbau vorgenommen werden, wobei dann innerhalb der so gewonnenen Gruppen wiederum nach der Aderung in Untergruppen eingeteilt werden könnte. Hinzu kommt, daß, soweit bekannt, die Fruktifikationsverhältnisse etwas Ähnliches nahelegen. Die Neuropteriden sind samt und sonders sicher keine Farne gewesen, sondern Pteridospermen, deren Achsenstruktur sich den Medullosen (S. 56) angeschlossen haben muß, wovon schon bei *Alethopteris* die Rede war. Bei der einen Gruppe kennt man Samen, die sich allem Anschein nach dem *Rhabdocarpus*-Typus oder *Trigonocarpus*-Typus anschlossen; dagegen weiß man von den männlichen Organen wenig, wenn nicht etwa das Fig. 62 abgebildete Stück, wie vermutet wird, ein solches darstellt. Bei der anderen Gruppe kennt man bisher nur die männlichen Organe, *Potoniéa* u. a. genannt, becherförmige Organe, die auf der Innenseite und am Rande mit vielen kleinen Säcken besetzt waren, die als Mikrosporensäcke aufgefaßt werden. Wir werden im folgenden die Neuropteriden wie bisher nach der Aderung einteilen, jedoch innerhalb der so gewonnenen „Gattungen“ *Neuropteris* und *Linopteris* die Unterabteilung nach dem Wedelaufbau usw. vornehmen.



Fig. 62. Fruktifikation von *Neuropteris heterophylla* BRONGN. Links: Kupula (Hülle) eines Samens, unten zwei Blättchen. Rechts: Vielleicht männliche Organe (Mikrosporophylle) dazu. Englisches Karbon (nach KIDSTON).

Die Verschiedenheiten des Wedelaufbaues erläutert am besten z. B. die Betrachtung von Fig. 19 u. T. 24. Die eine stellt das einzige vollständig bekannte Stück einer unpaarig gefiederten, imparipinnaten Neuropteride dar, auf das wir bereits bei der Vergleichung mit *Odontopteris minor* hinwiesen (S. 27); der Ausdruck unpaarig gefiedert bedeutet, daß die Fiederung mit einem einzigen Endblättchen schließt, wie es auch z. B. Fig. 63 in größerem Maßstabe zeigt. Ein Stück einer paarig gefiederten Neuropteride zeigt dagegen Fig. 64 u. T. 24; die Fiederung schließt mit zwei Blättchen und der Wedel seinerseits selbst mit einer Gabelung; an den Hauptachsen zeigt diese Gruppe Zwischenfiedern, die die anderen niemals haben. Die Zwischenfiede-

rung bringt bei der paripinnaten Gruppe oft eine ausgezeichnete Blattmosaik zustande, wie sie schöner kaum je beobachtet wird. Die paripinnaten Formen haben auch an der Wedelbasis keine größeren kreisförmigen Blätter *(Cyclopteris,* Kreisfarn), was ein weiterer, sehr triftiger Unterschied ist. Die Arten der Neuropteriden sind namentlich im mittleren Oberkarbon stellenweise außerordentlich gemeine Steinkohlenpflanzen; man findet kaum etwas von ihnen im Kulm, fast ebensowenig im unteren Oberkarbon. Iu den unteren Teilen des mittleren Oberkarbons beginnt der Aufstieg der Gruppe, der bis zum Ausgang dieser Unterabteilung des Oberkarbons eine hohe Blüte erkennen läßt; im oberen Oberkarbon und Rotliegenden flaut die Artenzahl bald ab, das Rotliegende selbst scheint keine Art überdauert zu haben.



Fig. 63. *Neuropteris tenuifolia* SCHLOTH. sp. Fettkohle des Saarreviers. Der Endlappen ist meist größer, mit einer kerbigen Lappung an der einen (rechten) Seite.

1. *Neuropteris* BRONGNIART. Von dieser Gattung hat die ganze Gruppe den Namen bekommen. Die Aderung ist immer fiederig, die Mittelader meist deutlich, es kommen jedoch Formen vor, bei denen sie sehr schwach sichtbar ist oder „unterdrückt" wird. Bei einigen Arten der gleich zu besprechenden imparipinnaten Gruppe sitzen häufig die oberen Blättchen mit der ganzen Breite des Grundes am Stiele an und in diesem Falle kommt in diesen Wedelstücken oft genug ganz der Charakter einer *Alethopteris* oder einer *Odontopteris* heraus. Man wird in solchen Fällen über die Zugehörigkeit zur *Neuropteris*-Gruppe meist leicht belehrt durch die unteren Blättchen, die die charakteristische Form mit eingezogenem Grunde erkennen lassen. Man hat sogar versucht, die Arten, die in dieser Beziehung besonders auffallend sind *(N. obliqua, N. ovata)*, zu besonderen Gattungen oder Untergattungen zusammenzufassen, jedoch hat diese Abtrennung weder einen Sinn noch einen praktischen Vorteil; so viel man weiß, verhalten sich diese „*Neurodontopteris-, Neuralethopteris*"-Arten usw. im ganzen genau so wie die gewöhnlichen Arten derselben Gruppe, was auch der Besitz ähnlicher großer cyclopteridischer Blätter an der Basis größerer Stücke beweist. Wir teilen die Gattung gemäß den vorher gemachten Auseinandersetzungen in zwei Gruppen:

a) Imparipinnate Gruppe. Sie enthält die gemeinsten und zahlreichsten Arten besonders des mittleren Oberkarbons, deren Unterscheidung zum Teil recht schwierig und in manchen Punkten auch jetzt noch nicht als

vollständig geklärt angesehen werden muß. Um manche Arten, wie z. B. *N. heterophylla* und *tenuifolia* zu unterscheiden, muß man oft ein größeres Material an der Hand haben und große Übung besitzen.

N. heterophylla BRONGNIART. Die Aderung zeigt eine ausgeprägte Mittelader, meist ziemlich stumpfe, länglich-eiförmige Blättchen und schräg aufsteigende und schräg auf den Rand auftreffende Seitenadern, die verhältnismäßig fein und nicht besonders scharf gezeichnet erscheinen. Die Blätter sind ziemlich flach, die Mittelader meist schwach eingesenkt. Der Endlappen ist meist so groß wie die größeren normalen Blättchen. Die Art ist wohl die häufigste und verbreitetste des mittleren Oberkarbons überhaupt, die besonders in den westlichen paralischen Steinkohlenbecken geradezu gemein ist. Im Ruhrrevier kommt sie kaum tiefer als Flöz Sonnenschein vor, geht aber dann bis in die Gasflammkohle hinauf. Aus diesen Angaben ergibt sich die Verbreitung in den übrigen Becken dieses Komplexes in analoger Weise. Ihr am ähnlichsten ist

N. tenuifolia SCHLOTHEIM sp. (Fig. 63), die mit der vorigen zusammen vorkommt, aber erst in höheren Schichten ihren Lauf beginnt; sie ist etwa von der westfälischen Gaskohle bis in die Gasflammkohle oder in Saarbrücken besonders in der Fettkohle verbreitet. Die Blättchen sind bei ihr, wenigstens die längeren, mehr oder minder nach der Spitze zu allmählich verschmälert, schwach sichelförmig gekrümmt, mit deutlicher Mittelader und lockeren, feinen, schräg aufsteigenden Seitenadern. Die durch die Mitteladen abgeteilten beiden Hälften der Blättchen bilden bei typischen Stücken miteinander einen stumpfen Winkel, dessen Kante die Mittelader darstellt, so daß die Blättchen stumpf dachförmig im Quer-

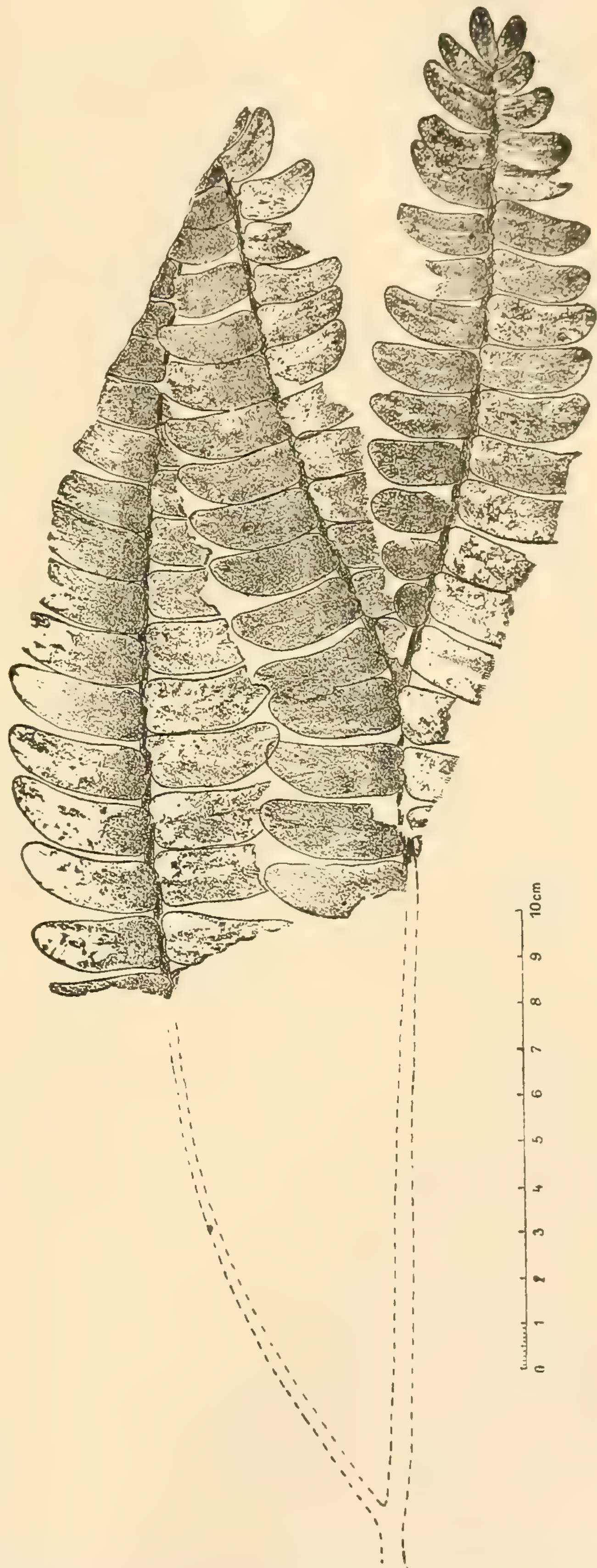


Fig. 64. *Neuropteris gigantea* STERNBERG sp. Endstück eines Wedels mit paariger Fiederung. Verkl.

schnitt erscheinen. Der Endlappen ist meist groß und mit Vorliebe schief rhombisch, auf der einen Seite meist mit einer angedeuteten Lappung; die Endlappen von kleineren Seitenfiedern des Wedels mit Vorliebe etwas sichelförmig-länglich. Was die Häufigkeit der Art anbetrifft, so ist sie mir in Saarbrücken als gemein bekannt, aber auch in anderen Becken (dem nordfranzösisch-belgischen und Ruhrbecken) in den oberen Schichten des mittleren Oberkarbons recht häufig.

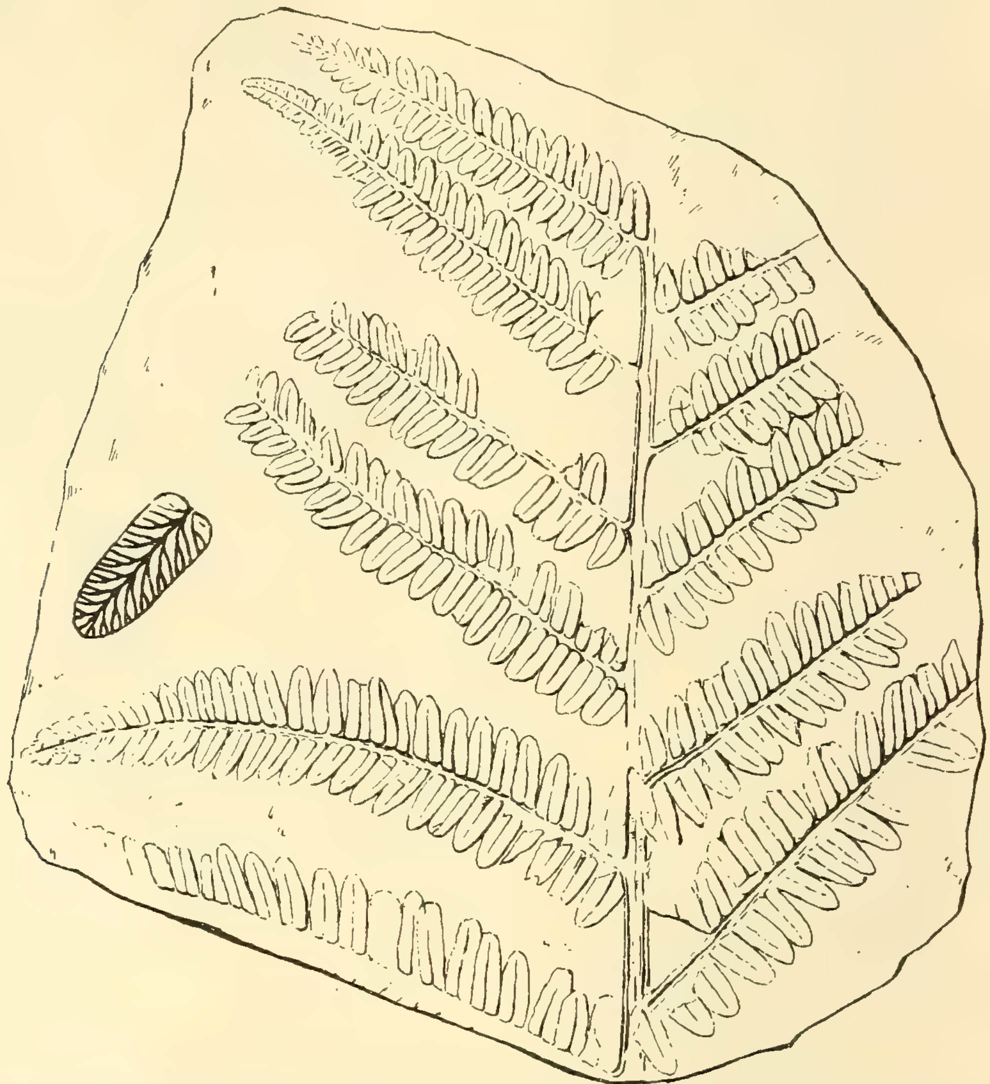


Fig. 65. *Neuropteris rarinervis* BUNBURY. Links: Blättchen in $^2/_1$. Oberster Teil des mittleren Oberkarbon (Piesberg, Ibbenbüren und gleichaltrige Schichten).

N. rarinervis BUNBURY. Diese wenigstens bei uns oft mißverstandene Art zeichnet sich aus durch kleinere Blättchen mit verhältnismäßig kurzem Endlappen und eine ziemlich lockere, dicke Aderung (Fig. 65), die sie mindestens in einigermaßen guten Stücken leicht erkennen läßt. Im Aufbau und Habitus ähnelt sie sonst den vorigen. Die Art ist ein recht gutes Leitfossil für die höchsten Schichten des mittleren Oberkarbons und ist in Deutschland am häufigsten gefunden im Piesberg-Ibbenbürener Karbon. Obwohl in manchen anderen deutschen Becken, insbesondere im Saarrevier und im Zwickauer Becken gleichalterige Schichten mit ähnlicher Flora vertreten sind, ist sie hier auffallend selten; häufiger dagegen in den entsprechenden Karbonschichten

Englands und Frankreichs (auch Nordamerika). Die Art hat trotz der guten Charakterisierung zu Irrtümern Veranlassung gegeben, wozu der Grund hier wie bei manchen anderen Karbonarten wohl wesentlich der war, daß man glaubte, wenn sie z. B. in Frankreich und Großbritannien häufig seien, müßte das auch bei uns der Fall seien, was aber durchaus nicht gesagt ist, da, wie wir schon bei *Palaeoweichselia Defrancei* erwähnten, sich manche Arten keineswegs einer gleichmäßigen Verbreitung erfreuen.

N. ovata HOFFMANN (T. 23, 1, 2). Die Art schließt sich im großen und ganzen an *N. heterophylla* an, zeigt jedoch in der Form und Größe der sehr flachen und meist schwach geaderten Blättchen erhebliche Abweichungen. Zunächst ist der Endlappen meist klein; die oberen Blättchen, die auch meist nur eine sehr schwache Mittelader erkennen lassen, sitzen mit voller Breite an und gewähren oft zunächst mehr den Eindruck einer *Odontopteris* als einer *Neuropteris*. Die unteren Blättchen zeigen, wie bei allen Neuropteriden sonst, charakteristische Einschnürungen am Grunde; der untere Basalteil der Blättchen zeigt sich meist deutlich zipfel- oder öhrchenförmig herabgezogen. Zu dieser Art scheinen größere cyclopteridische Blätter zu gehören, deren Rand fransig zerschlitzt ist (T. 23, 1). Diese Art ist in ähnlichen Schichten verbreitet wie die vorige, also ebenfalls ein gutes Leitfossil, jedoch in ihrer Häufigkeit sehr ungleich. Als gemein muß sie in der oberen Saarbrücker Flammkohle gelten. Auch im Donezbecken und in entsprechenden Schichten des Nordamerikanischen Karbons (auch Alpen!) scheint sie häufig zu sein, wogegen sie in Großbritannien und am Piesberg (woher sie zuerst angegeben wurde) nicht so häufig zu sein scheint.

N. obliqua BRONGNIART (T. 22, 1—3; 22a, 1) gehört mit der vorigen insofern näher zusammen, als auch bei ihr die oberen Blättchen mit Vorliebe wie *Odontopteris* oder, wenn die Mittelader stärker ausgebildet ist, wie *Alethopteris* oder gar *Mariopteris* aussehen. Größere Stücke lassen die *Neuropteris*-Natur sofort erkennen und zeigen auch die für diese Gruppe so charakteristischen *Cyclopteris*-Blätter. Die Form der Blättchen ist bei dieser Art im einzelnen wenig gleichmäßig. Es kommen breitere und schmälere vor und der Endlappen ist meist ziemlich lang. Neben der Neigung zum breiten Ansitzen bei den oberen Blättchen darf als festes Merkmal die Aderung gelten, die im typischen Falle meist außerordentlich scharf ausgeprägt ist und sich durch stark bogigen, undulierten Verlauf der Adern auszeichnet, die meist in der Mitte ziemlich locker sind, am Rande — nach der Teilung — viel enger werden. Die Aderung erinnert öfter an die von *Palaeoweichselia Defrancei*. Während es jedoch bei dieser gelegentlich zu wirklichen Maschenbildungen kommt, ist das bei *N. obliqua* nie der Fall, wenn es auch manchmal auf den ersten Blick so scheint (vergl. T. 22, 3). Die größeren cyklopteridischen Blättchen dieser Art sind oft an der Aderung leicht zuerkennen und sind außerdem meist nicht vollkommen rund, sondern zeigen noch vorn eine gewisse Zuspitzung, sind auch oft schief asymmetrisch (T. 22, 3). Die Art ist in bedeutend tieferen Horizonten als die vorige zu Hause, beginnt z. B. im Ruhrrevier über Flöz Sonnenschein, und läßt sich bis über die Gaskohle verfolgen. Am häufigsten kommt sie in der Fett- und Gaskohle vor, in den übrigen Steinkohlenbecken in entsprechenden Horizonten. Sie ist sehr weit verbreitet und in Mittel-

europa von Großbritannien durch Frankreich, Belgien und das Ruhrbecken zu verfolgen, fehlt auch in Oberschlesien nicht, ist dagegen z. B. im Saarrevier und in Niederschlesien noch kaum beobachtet worden. Verwechslungen sind vorgekommen mit der bereits genannten *Palaeow. Defrancei.*

N. Schlehani Stur. Eine weitverbreitete und wichtige Art, die auch verhältnismäßig leicht zu erkennen ist (Fig. 66); die Blättchen sind länglich bis langlineal, stark gewölbt, niemals nennenswert alethopterisch ansitzend, mit deutlicher Mittelader, verhältnismäßig groben Seitenadern, die nach anfänglichem Aufsteigen bald umbiegen und senkrecht zum Rande verlaufen. Die Endlappen sind meist auch ziemlich lang. Verwechslungen dieser Art sind am ehesten mit gewissen *Alethopteris*-Arten möglich, von denen in manchen Becken besonders die Basalblättchen der Seitenteile der Wedel oft ziemlich neuropteridisch sind. *N. Schlehani* kommt mehr in den unteren Teilen des mittleren Oberkarbons vor, in Oberschlesien im Sattelflöz und in der unteren (auch noch mittl.) Muldengruppe, im Ruhrrevier fast nur unter Flöz Sonnenschein in der Magerkohle, in den westlichen Becken in entsprechenden Schichten. Sie ist wenigstens bei uns als häufig zu bezeichnen.

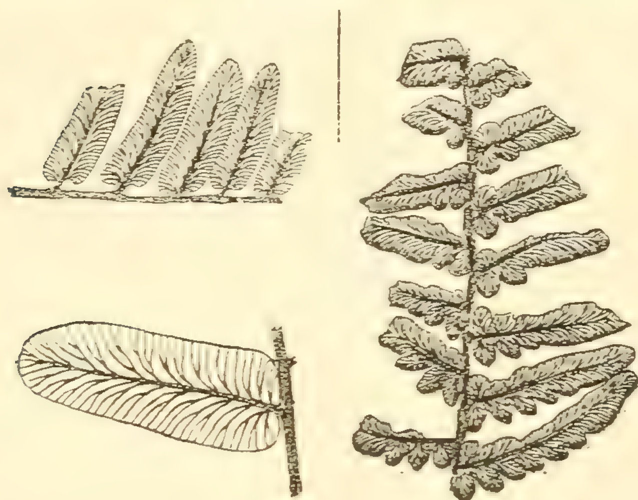


Fig. 66. *Neuropteris Schlehani* Stur. Mittl. Oberkarbon (Unt. Muldengruppe) Oberschlesiens. Links unten ein Blättchen vergrößert.

N. Planchardi Zeiller. Wir erwähnen diese Art hier als eine der wenigen, die sich noch im Rotliegenden vorfinden. Die Blättchen sind bei dieser ähnlich geformt wie bei *N. Schlehani*, jedoch breiter, größer, flacher und mit relativ viel feinerer Aderung. Die Adern treffen auch hier senkrecht auf den Rand auf. Man kennt davon meist nur einmal gefiederte Stücke. Die Art ist zwar nicht häufig, aber doch verbreitet im französischen und deutschen Rotliegenden.

Als eine der ältesten Arten erwähnen wir noch *N. Kosmanni* Potonié (T. 22, 4), mit stark gewölbten großen länglich-eiförmigen Blättchen, mit starker eingesenkter Mittelader und schräger Aderung; sie erinnert etwas an manche *Mariopteris*-Stücke. Sie ist nicht selten in der oberen oberschlesischen Randgruppe gefunden worden.

b) Paripinnate Gruppe. Die Gruppe ist weniger artenreich und eigentlich nur eine Art sehr häufig oder gemein, auf die wir uns daher im wesentlichen hier beschränken können.

N. gigantea Sternberg (T. 24, Fig. 64, 67, 69a). Wir fassen diese Art zunächst noch einschließlich der von Potonié als *N. pseudogigantea* (T. 24) bezeichneten Formen, da deren Abtrennung noch nicht klar ist. Über den Aufbau hatten wir bereits vorn das Nötige gesagt. Die Form der Blättchen (Fig. 67), die meist ziemlich groß sind im Verhältnis zu den sonstigen *Neuropteris*-Arten, zeichnet sich aus durch meist deutliche sichelförmige Krümmung, wobei die Blättchen bald spitzer bald stumpfer sind. Die Aderung ist meist recht fein, die Mittel-

ader meist nur schwach ausgebildet. Die Blättchen dieser Art (wie auch diejenigen der ähnlichen Gruppe von *Linopteris*) reißen außerordentlich leicht ab und finden sich daher meistens isoliert in wirrem Durcheinander auf den Schichtflächen der Steinkohlenschiefer. Zur Erkennung von Arten der paripinnaten Gruppe ist oft bei isolierten Blättern von Vorteil das Zusammenvorkommen kleiner runder Blättchen mit den größeren, mehr sichelförmigen (Fig. 69), deren Zusammenvorkommen an den unzerstörten Wedeln T. 24 zeigt. Bei der vorigen Gruppe findet man viel leichter und häufiger zusammenhängende Stücke. Über die Fruktifikation ist vorn das Nötige gesagt. Die Art ist häufig fast in allen Schichten außer den tiefsten des mittleren Oberkarbons, im allgemeinen ist sie wohl ebenso gemein, wie *N. heterophylla*, mit der sie auch zusammen vorkommt.

Außer dieser Art sind nur noch wenige Arten aus dieser Gruppe zu nennen, von denen wir nur *N. Schützei* POTONIÉ erwähnen, mit stärkergewölbten kleineren Blättern, mit mehr hervortretender Aderung, deutlicher Mittelader; sie hat sich hier und da z. B. in Nordamerika, im Ruhrkomplex, in Oberschlesien gefunden.



Fig. 67. *Neuropteris gigantea* STERNBERG. Stückchen in natürlicher Größe. Mittl. Oberkarbon Niederschlesiens.

2. *Linopteris* PRESL (*Dictyopteris* GUTBIER, Netzfarn). Die Arten dieser „Gattung" verhalten sich, wie sich schon aus dem Früheren ergibt, zu den *Neuropteris*-Arten genau sowie die Arten von *Lonchopteris* zu *Alethopteris*, d. h. manche Arten sind äußerlich überhaupt nicht von den *Neuropteris*-Arten verschieden, sondern erst die Betrachtung der Aderung klärt den Sachverhalt auf, indem *Linopteris* durch Maschenaderung ausgezeichnet ist.

A) Imparipinnate Gruppe (unpaarig gefiedert). Hier ist zunächst zu nennen:

L. Münsteri EICHWALD sp. (T. 25, 1). Die Art kommt in den oberen Schichten des mittleren Oberkarbons, also zusammen mit *Neuropteris rarinervis* und *ovata* vor, ist jedoch in der Häufigkeit außerordentlich verschieden. Dem Äußeren nach gleicht sie etwa *Neuropteris heterophylla*. Die Maschenaderung ist ziemlich locker und die Maschen in der Mitte bedeutend größer als die am Rande; die Aderung ist ziemlich geschwungen-unduliert. Betreffs des geographischen Vorkommens muß hier einiges bemerkt werden; in Deutschland ist die Art bei Ibbenbüren, am Piesberg gemein, häufig in Nordfrankreich und in England, dagegen ist sie höchst merkwürdigerweise im Saarrevier (auch in Zwickau) bisher gänzlich unbekannt (eine Angabe des Vorkommens in den Ottweiler Schichten, wo die Art auch sonst nirgends vorkommt, ist ein Irrtum), in Nordamerika?

L. Germari GIEBEL (T. 25, 2). Diese Art ist mit der vorigen wegen ihrer viel feineren Aderung und ihres dichten Maschennetzes nicht zu verwechseln, erinnert im übrigen äußerlich ebenfalls an *Neuropteris heterophylla* und *tenuifolia*. Die Art kommt bei uns wohl nur im Rotliegenden vor, ist indes z. B. bei Commentry in Frankreich auch noch in den höchsten Schichten des oberen Oberkarbons beobachtet worden, wo indes auch einige andere bei uns rein permische Arten schon auftreten. Die Art ist nicht häufig zu nennen, wird jedoch lokal z. B. bei Ilfeld a. H. zahlreich gefunden.

B) Paripinnate Gruppe. Während man bei *Neuropteris* sagen muß, daß die Bedeutung der imparinnaten Gruppe die der anderen überwiegt, ist dies bei *Linopteris* im allgemeinen umgekehrt. Auch hier ist zwar die paripinnate Gruppe artenarm, wiewohl man versucht hat, ca. drei Arten zu unterscheiden. Was indes die Häufigkeit des Auftretens und die Verbreitung anlangt, so kommt bei *Linopteris* die größere Bedeutung entschieden der paripinnaten Gruppe zu. Im eigentlichen mittleren Oberkarbon kommt außer der in den höheren Schichten stellenweise häufigen, eben erwähnten *L. Münsteri* eigentlich überhaupt keine imparipinnate *Linopteris* vor, sondern nur paripinnate Formen. Wir unterscheiden im folgenden zunächst zwei Arten, die indessen nach den bisherigen Erfahrungen nicht immer scharf zu unterscheiden sind, aber besonders deswegen getrennt aufgeführt werden, weil mit den großen Formen von *L. neuropteroides* z. B. im Ruhrrevier überhaupt keine der mit *L. obliqua* bezeichneten Formen zusammen vorkommt.

L. neuropteroides GUTBIER sp. (Fig. 69 b). Die Blättchen dieser Art gleichen ganz und gar denen von *N. gigantea*, besitzen auch nur wie diese eine sehr schwache Mittelader, lassen aber bei genauerer Betrachtung schräg aufsteigende langgestreckte Maschenaderung erkennen, die meist erst unter der Lupe deutlich wird. Die großen Formen der Art sind die ältesten Farne mit Maschenaderung überhaupt und kommen im Ruhrrevier mehrorts schon über Flöz Sonnenschein vor, in Belgien und Frankreich im ähnlichen Niveau. Während aber in diesen Becken und überhaupt links des Rheins in den höheren Schichten andere *Linopteris*-Arten oder Formen dieser Gruppe häufig werden, fehlt im Ruhrrevier in den höheren Schichten fast jede Spur davon, was in geographischer Beziehung wieder ein höchst merkwürdiges Verhalten ist.

L. obliqua BUNBURY (T. 25, 3). Die Blättchen sind bei dieser Art kleiner, sichelförmig gebogen bis stumpf und finden sich oft in größerer Häufigkeit mit Blättern von Neuropteriden, d. h. echten *Neuropteris*-Arten durcheinander. *L. obliqua* ist die häufigste *Linopteris*-Art, bei der manche Formen sich mehr oder weniger *L. neuropteroides* nähern. Weshalb eine Zusammenziehung jedoch nicht erfolgen kann, wurde eben bemerkt. Die Art ist häufig in allen Becken links des Rheins, auch in Saarbrücken; im eigentlichen Ruhrrevier ist sie meines Wissens noch nicht beobachtet. Im Aufbau des Wedels gleicht sie sonst vollständig den Arten der paripinnaten *Neuropteris*-Gruppe. —

Eine besondere Stellung scheinen gewisse zum Teil gar nicht seltene *Neuropteris*-Arten des Karbons einzunehmen, von denen wir hier nur die bei uns kaum vorkommende (dagegen in England und Nordamerika) häufige *N. macrophylla* BRONGNIART und die auch bei uns nicht seltene *N. Scheuchzeri* HOFFMANN

nennen. Letztere Art hat meistens isoliert liegende große längliche zugespitzte etwas schlaffe Blättchen, an der Basis jedes Blattes sitzt mit Vorliebe unten ein freier Lappen oder freies kleines Blättchen. Was bei der Art indes charakteristisch ist, ist die Besetzung der Unterseite mit länglichen borstenförmigen Haaren. Die Haare erscheinen in gewöhnlich längs umgelegten kurzen Strichen (T. 23, 3), was einigen Autoren zu Verwechslungen mit Adern Veranlassung gegeben hat, so daß sie die Art für eine Art mit Maschenaderung hielten. Es sind indes sicher Haare vorhanden gewesen, wie man neuerdings auch an Mazerationspräparaten gesehen hat, wo zwar nicht die Haare, aber die Haaransätze deutlich sichtbar sind. Die Art ist in den oberen Schichten des Oberkarbons zu Hause und kommt gewöhnlich mit Arten wie *N. rarinervis*, *L. Münsteri* usw. zusammen vor.

Cyclopteris Brongniart (Kreisfarn). Wir hatten von den so bezeichneten Blättern schon mehrfach im Vorigen gesprochen, und bemerkt, daß solche großen, mehr oder weniger kreisförmigen, radialstrahlig geaderten Blätter an der Basis der Wedel bei imparipinnaten Neuropteriden ansitzen. Gewöhnlich findet man sie jedoch isoliert und mit bestimmten *Neuropteris*-Arten vergesellschaftet. Es sind unter den fossilen farnähnlichen Blättern sehr auffallende Gebilde, die bei ihrer Größe oft nur in Bruchstücken erhalten sind. Auch entsprechende *Linopteris*-Arten trugen an der Basis derartige *Cyclopteris*-Blätter, die in diesem Falle wie *Linopteris* selber Maschenaderung aufweisen. Solche sind insbesondere von *Linopteris Münsteri* bekannt. Im übrigen ist man genötigt, wegen der meist isolierten Funde dieser Blätter sie auch gesondert zu benennen und unterscheidet demgemäß eine Anzahl Arten. Die häufigste ist *C. orbicularis* Brongniart, eine *Cyclopteris*, die nach allgemeiner Annahme zu *Neuropteris heterophylla* gehört. Die Blätter sind bis über Daumen lang, bis über 10 cm im Durchmesser, ziemlich kreisrund und an dem Basalstiel, wo die Adern zusammenlaufen, ziemlich symmetrisch ansitzend (Fig. 19). Die Aderung ist aus der Figur zu ersehen. Das Vorkommen der Art ist dasselbe wie *N. heterophylla*.

C. trichomanoides Brongniart. Unterscheidet sich von der vorigen Art durch feinere und engere Nervatur und ist bedeutend seltener. Vorkommen ähnlich.

Andere Arten, von denen auch noch in den Ottweiler Schichten besondere Formen vorkommen, übergehen wir hier. Die *Cyclopteris*-Arten mit Maschenadern haben keine besonderen Namen erhalten.

Hier sei auch noch erwähnt, daß von gewissen Arten gewissermaßen als Übergang von den gewöhnlichen zu den *Cyclopteris*-Blättern Stücke existieren, die mit ziemlich großen, breiten, mehr oder weniger langen Blättern besetzt sind, z. B. von *Neuropteris obliqua*. Derartige Formen hat man, da sie sich oft in Form isolierter Wedelstücke finden (T. 22, 3) ebenfalls als besondere Arten unterschieden und ihnen Namen gegeben, wie *Neuropteris acuminata*, *N. acutifolia* usw., die einen ähnlichen Eindruck machen, wie die abgebildete, zu *Neuropteris obliqua* gehörige Form. Es ist jedoch nicht bei allen derartigen Stücken, die die Autoren angegeben haben, auszumachen, ob sie zu irgend welchen *Neuropteris*-Arten gehören oder etwa zum Teil selbständige Arten darstellen.

Taeniopterides („Bandfarne“)

Die hier unter dem obigen Namen zusammengefaßte Gruppe ist außerordentlich künstlich und enthält, wenn man, wie es auch heute noch üblich ist, auch hierhergehörige mesozoische Formen so bezeichnet, sehr verschiedenartige Elemente, die außer der Blattform und Aderung höchstens das gemeinsam haben, daß sie sämtlich keine Farne, sondern Gymnospermen verschiedener Verwandtschaft sind. Die Blätter sind sehr einfach charakterisiert; sie sind lang band- bis zungenförmig, (meist) unzerteilt, so daß der ganze Wedel meist ein einfaches Blatt darstellt, und zeigen eine deutliche Mittelader und geteilte oder einfache Seitenadern. Die Aderung ist also typisch fiederig. Von den paläozoischen Blattformen dieser Art weiß man in bezug auf die nähere Verwandtschaft eigentlich nur das, daß sie — da noch niemals mit einer Spur von Sori oder Sporangien gefunden — sicher Gymnospermen und der allgemeinen Sachlage nach höchst wahrscheinlich Pteridospermen waren. Die späteren *Taeniopteris*-Arten z. B. des Keupers haben vielleicht den Cycadeen (Palmfarnen) nahegestanden. Ein großer Teil der jurassischen *Taeniopteris*-Arten gehörte dagegen zu den damals in voller Blüte stehenden Bennettiteen, einer sehr eigentümlichen, ausgestorbenen, in vegetativer Beziehung mit den Cycadeen verwandten Gymnospermengruppe. Kaum im Paläozoikum, wohl aber im Mesozoikum treten echte Farne auf, die meist aus einmal gefiederten Blättern bestehen, deren Einzelblätter in losgerissener Form außerordentlich an *Taeniopteris* erinnern. Man hat jedoch diese Formen, die sich durch Funde von echten Sporangien als Farne entpuppt haben, schon lange nicht mehr als *Taeniopteris* bezeichnet, und auch wir scheiden sie demgemäß aus; wir haben dabei in erster Linie Formen im Auge, die in der Literatur als *Danaeopsis* und *Marattiopsis* bezeichnet werden. Wir haben hier, wo wir bloß die karbonisch-permische Flora betrachten, es nur mit wenigen Formen zu tun.

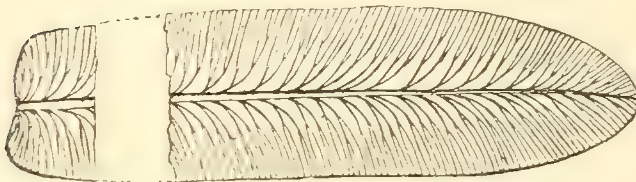


Fig. 68. *Taeniopteris jejunata* Grand'Eury. Rotliegendes von Thüringen.

Taeniopteris jejunata Grand Eury ist eine Art, deren etwa 1 bis 2 cm breite Blätter verhältnismäßig lockere Seitenadern zeigen, nach dem Typus von Fig. 68. Man bemerkt meist nur Bruchstücke davon. Bei einiger Übung sind diese jedoch leicht von etwaigen *Neuropteris*- und dergleichen Stücken zu unterscheiden. Die Art ist wie überhaupt die *Taeniopteris*-Arten nicht häufig oder höchstens lokal zahlreicher und kommt im unteren Rotliegenden vor (auch schon in den Schichten des oberen Oberkarbons). In unserem Rotliegenden z. B. in Thüringen (Manebach usw.).

T. multinervis Weiss, eine Art, die von der vorigen sehr leicht zu unterscheiden ist durch die ganz außerordentlich dichte Aderung; die Adern steigen zunächst bogig auf, teilen sich dann und gehen, dicht gedrängt parallellaufend senkrecht auf den Blattrand zu. Die Art ist ebenfalls nicht häufig, wenn auch lokal in größeren Mengen gefunden. Bei uns in Deutschland muß die Art bisher als Leitfossil des Unter-Rotliegenden gelten und als solches hat sie in der Literatur auch sonst Verwendung gefunden, so z. B. hat Frech

auf Grund dieser Art wesentlich die flözführenden Schichten des chinesischen Permokarbons als Rotliegend angesehen, was indes nur zum Teil richtig sein

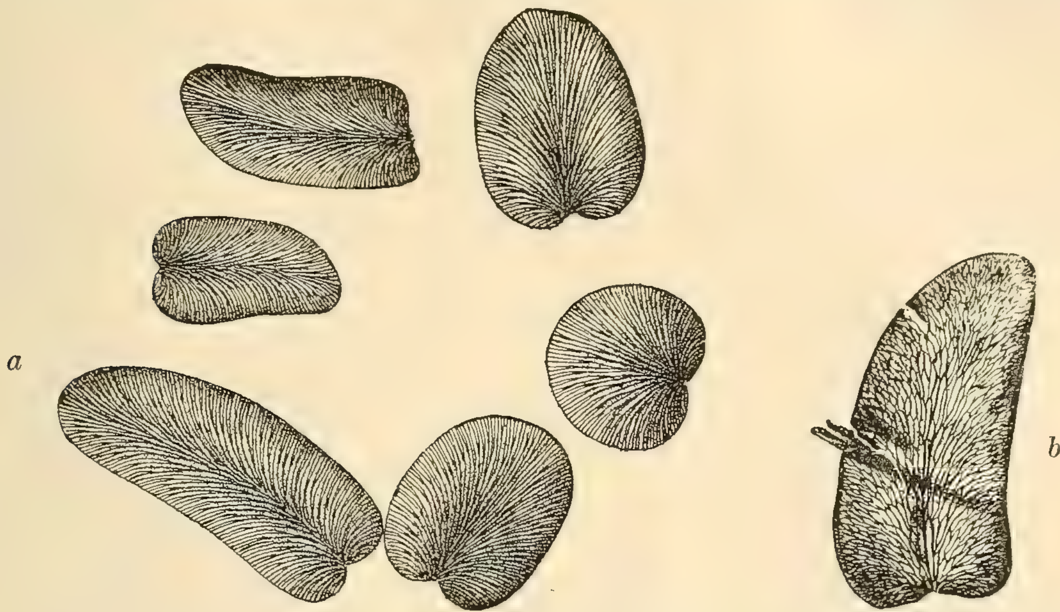


Fig. 69. *a Neuropteris gigantea* STERNB. sp., einzelne Blättchen. *b Linopteris neuropteroïdes* GUTBIER sp., einzelnes Blättchen mit Aderung. Mittl. Oberkarbon, Oberschlesien *(a)*, Saarrevier *(b)*.

dürfte. Bereits in Frankreich im Commentryer Becken treten einige bei uns nur im Rotliegenden verbreitete Formen schon in Schichten auf, die als oberste Schichten des oberen Oberkarbons angesehen werden müssen, nämlich die ebengenannte Art und das bereits hier besprochene *Callipteridium gigas* (T. 18, 1). Man muß bei solchen Differenzen in verhältnismäßig nicht weit voneinander liegenden Gebieten bei dem weit entfernt liegenden Ostasien umso mehr Vorsicht walten lassen.

Taeniopteris (? Lesleya) Eckardti GERMAR (Fig. 70). Diese Art ist die einzige, die im Kupferschiefer auftritt und namentlich im Mansfeldischen sich hier und da findet. Sie gehört zu den wenigen Pflanzen mit Farnlaub in der Kupferschieferflora. Mittelader dick, Seitenadern anscheinend einfach, dick, schräg aufsteigend. Umriß des Blattes lanzettlich; der Form nach gehört die Art mehr zur folgenden Gattung (*Lesleya*).

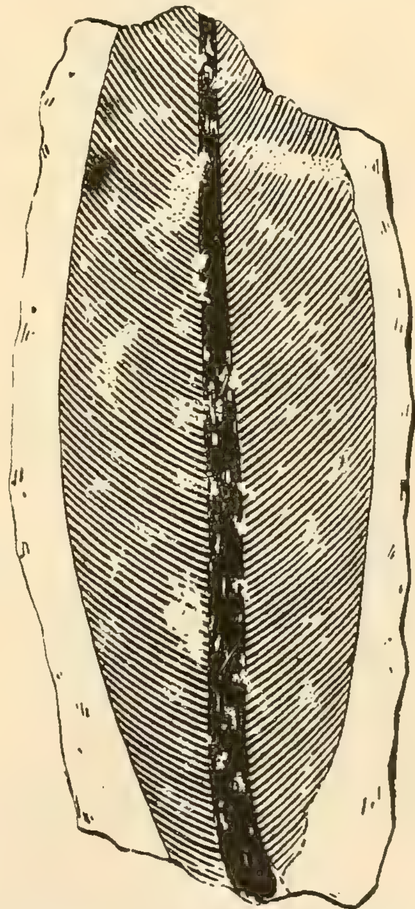


Fig. 70. *Taeniopteris (Lesleya?) Eckardti* GERM. Kupferschiefer von Mansfeld.

Lesleya LESQUEREUX. Man kann diese Gattung, die wir, weil nur selten gefunden, hier nur der Vollständigkeit wegen erwähnen, wohl bezeichnen als eine *Taeniopteris* mit sehr dicker Mittelader und sehr schräg aufsteigenden Seitenadern. Das Blatt ist ferner nicht wie bei *Taeniopteris* parallelrandig, sondern am Grunde und an der Spitze allmählich eingezogen. Einige Arten

der Gattung sind im französischen Perm gefunden worden. Für uns hat sie besonderes Interesse, weil die vorn schon erwähnte Kupferschiefer-*Taeniopteris* mehr *Lesleya*-Charakter hat, und ferner, weil der äußeren Form nach *Lesleya* an die im folgenden Abschnitt zu besprechenden Glossopteriden erinnert.

Glossopterides, Zungenfarne

Die Wedel sind bei dieser Gruppe stets einfach, d. h. unzerteilt, öfter sehr groß (bis 1 Fuß lang) langzungenförmig mit abgestumpftem Gipfel und

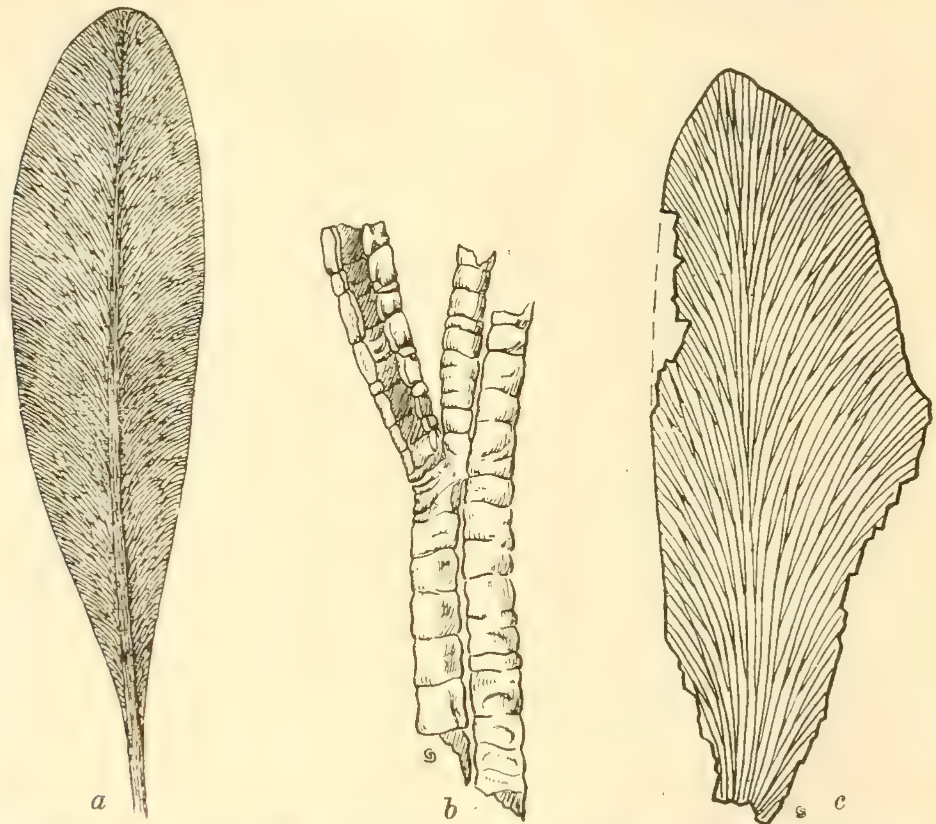


Fig. 71. *a Glossopteris Browniana* BRONGN. *b Vertebraria indica* ROYLE, Rhizom (Wurzelstock) zu *a* (vielleicht auch zu *c*). *c Gangamopteris cyclopteroïdes* FEISTMANTEL. Leitfossilien der Gondwana-*(Glossopteris-)*Flora. *c* nur in den untersten Schichten derselben.

allmählich eingezogener Basis, öfters mit kurzem Stiel. Mittelader kann vorhanden sein oder fehlen. Die Aderung ist stets eine einfache Maschenaderung (Fig. 71), jedoch sind die Maschen gestreckter und größer als bei den oben besprochenen *Lonchopteris*- und *Linopteris*-Arten.

Wir haben im folgenden die beiden Gattungen *Glossopteris* und *Gangamopteris* zu einer Gruppe, den Glossopteriden, zusammengefaßt, jedoch ist keineswegs gesagt, daß zwischen beiden Gattungen wirklich eine nahe Verwandtschaft existiert. Man kennt nämlich von den fertilen Organen bei *Glossopteris* nur unvollkommen etwas, bei der zweiten Gattung überhaupt nichts. Es ist jedoch bei den vielfachen Beziehungen, die die beiden Gattungen in der Gestalt, der Aderung, dem Vorkommen in geologischer und insbesondere pflanzengeographischer Beziehung haben, mindestens als praktisch zu bezeichnen, wenn diese beiden Typen vorläufig in einer Gruppe zusammengefaßt werden. Das Vorkommen der ganzen Gruppe, die im Gebiet der heimischen Karbon- und

Permflora vollständig fehlt, ist auf die sogenannten Gondwanaländer beschränkt und zwar vornehmlich auf die unteren Schichten der Gondwanaflora oder, wie sie nach der obigen Gruppe auch heißt, *Glossopteris*-Flora; von einigen Formen lassen sich teilweise Residuen bis zum Rhät-Jura verfolgen.

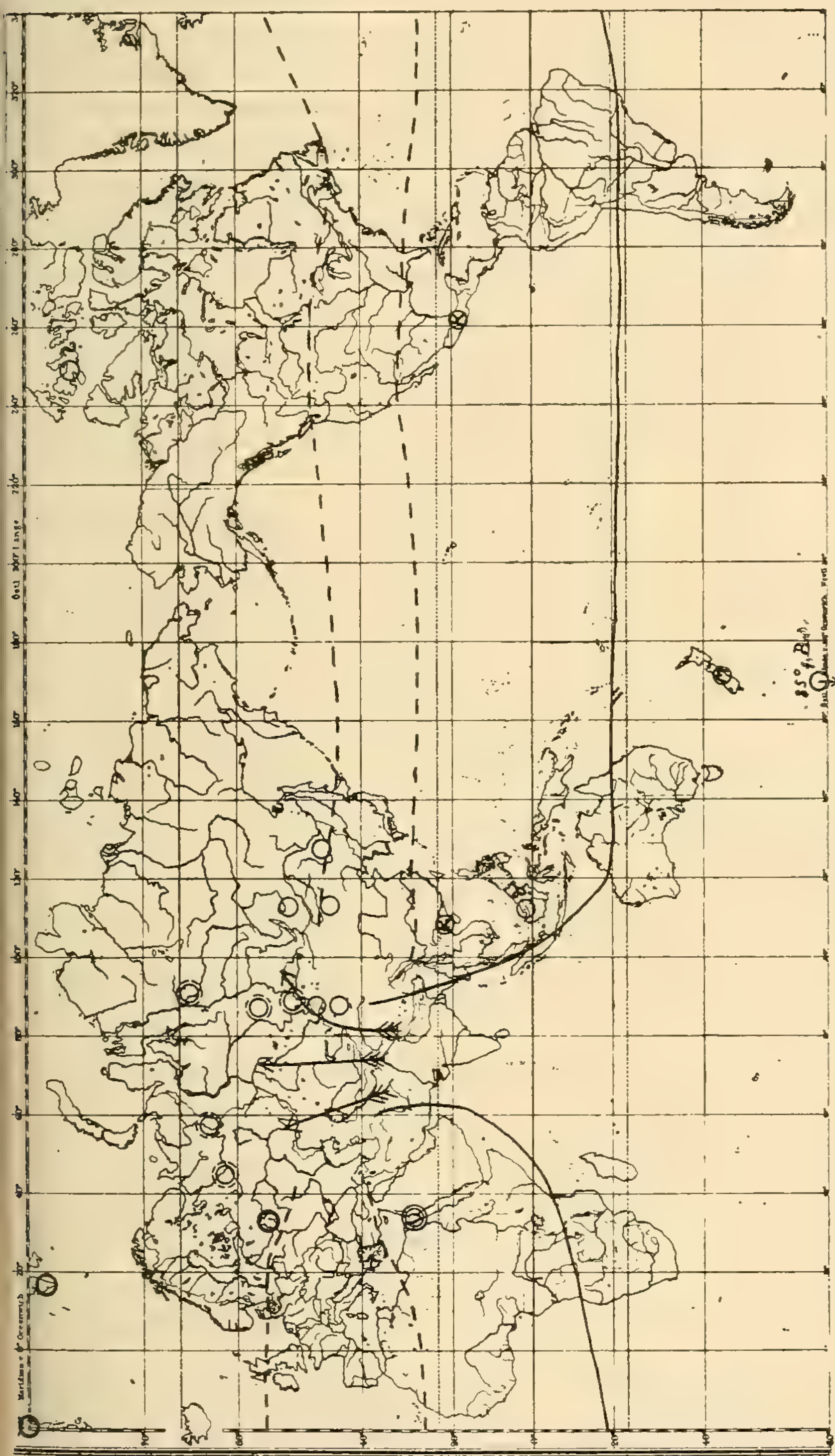


Fig. 72. Geographische Verbreitung der karbonisch-permischen Floren. Zwischen den punktierten Linien: Hauptverbreitung der mittelkarbonischen Flora und des entsprechenden Kohlengürtels (arktokarbonische Flora). Dicke kleine Kreise nördlich des Gürtels (Grönland 81° n. Br., Spitzbergen, Moskauer Becken): Wichtige Vorkommen unterkarbonischer Flora. Doppelkreis (Sinai-Halbinsel): Unterkarbonische Flora, diese auch aus Peru und Argentinien bekannt. Einfacher Kreis mit ?: Zweifelhafte Flora karbonischen Alters der Melville-Insel (Nordam. Arktis). Ausgezogene Linien: Ungefähre Nordgrenze der Gondwanaflora (antarkto-permokarbonische Flora). Einfacher Kreis mit ? (Borneo): Angebl. auch Gondwanaflora. Kreise mit R darin (Tonkin, Mexiko): Residuen der Gondwanaflora im Lias. Kreis mit M darin (Neu-Seeland): Nur rhät-liassische Gondwana-Typen bekannt, ältere noch fehlend. Kreis mit ↓ u. 85° s. Br.: Gondwanaflora bei 85° s. Br. Pfeile nördl. v. Ostindien: Vermutl. Verbreitungsrichtung der Gondwanaflora nach Norden, Nordosten und Nordwesten. Doppelkreise mit unterbrochenem Außenkreis: Wichtige Fundorte mit einem Gemisch von „arkto-karbonischen" („europäischen") Formen und von Gondwanaformen (Nordrußland, Untere Tunguska, Kuznezk am Altai, Sudzenka). Einfache Kreise in Mittel- und Ostasien: Andeutungen von Gondwanaflora in diesen Gebieten.

Zum Verständnis des Ausdrucks Gondwanagebiete usw. seien im folgenden, da auch bei anderen Pflanzen des Permokarbons später dieser Ausdruck gebraucht werden muß, eine kurze Erläuterung gegeben. Alle Pflanzen der permischen und karbonischen Flora, die wir bisher besprochen haben und die meisten, die wir noch besprechen werden, gehören dem Typus der europäischen auch nordamerikanischen Perm- und Karbonflora an, von der sich deutliche Anzeichen auch in Ostasien wiederfinden, sowie auch in dem dazwischen liegenden Sibirien.

Auf vielen Gebieten der Erde insbesondere der Südhalbkugel fehlen leider aus gleichaltrigen Schichten Nachrichten über die dortige karbonische Pflanzenwelt vollständig. Nur unterkarbonische (kulmische) Pflanzen sind an einer Reihe von Fundpunkten z. B. aus Peru, Argentinien und Australien bekannt geworden, die sich vergleichsweise mit den heimischen Formen in Beziehung setzen lassen. Erst um die Wende des Karbons und Perm — wie man gewöhnlich sagt, im Permokarbon — tritt in gewissen Gebieten, eben den Gondwanagebieten, wieder eine reiche Pflanzenwelt auf, die unserer Permflora vollständig fremd gegenübersteht und durch eine Anzahl von Formen charakterisiert wird, von denen die wichtigsten und auch wohl häufigsten und verbreitetsten die Glossopteriden sind, nach denen diese Pflanzenwelt deswegen auch *Glossopteris*-Flora heißt. Der Name Gondwanaflora stammt von eine ostindischen Lokalität, wo diese Pflanzenwelt sehr gut entwickelt gefunden wird. Die Leitpflanzen dieser Flora sind jedoch keineswegs bloß die Glossopteriden (*Glossopteris* und *Gangamopteris*), sondern zu diesen gesellen sich noch andere Formen, die wir gleich der Vollständigkeit wegen hier, soweit sie häufiger sind, aufzählen wollen. Nämlich: *Neuropteridium validum* FEISTMANTEL, ziemlich große, einmal fiedrige, in der Blattform an *Cardiopteris* erinnernde Wedel; ferner verschiedene Schachtelhalmgewächse, wie *Schizoneura gondwanensis* und die *Phyllotheca*-Arten, von denen später die Rede sein wird. Ferner die gewöhnlich mit Ginkgogewächsen in Verbindung gebrachte *Rhipidopsis*, wozu noch einige zum Teil seltenere Formen kommen, die wir hier übergehen, besonders aber noch die sehr wichtige Gattung *Noeggerathiopsis* FEISTMANTEL, die wahrscheinlich mit unseren Cordaitenbäumen verwandt ist, von der auch noch später die Rede sein wird. Diese Flora (vergl. Kärtchen Fig. 72) findet sich in Argentinien, Südbrasilien, den Falklandsinseln, in Südafrika, durchgehend bis Madagaskar, Deutsch- und Portugiesisch-Ostafrika, Ostindien, Bengalen,? Borneo, Australien, Tasmanien und ist neuerdings von der SCOTTschen Südpolarexpedition noch in 85° südlicher Breite entdeckt worden. Später fand man Spuren davon in Sibirien und in Nordrußland, letzteres auch heute noch ein merkwürdiges Vorkommen, das, wie das Kärtchen andeutet, verständlicher wird, wenn man sich vorstellt, daß etwa von Ostindien aus, wo die Flora in großer Verbreitung und Ausdehnung nördlich des Äquators vorkommt, sie auch nord- und nordwestwärts gewandert ist. Hierfür sprechen ja auch die Vorkommnisse in Sibirien, wo sich besonders *Phyllotheca* und *Noeggerathiopsis* verbreitet zeigen. Außerordentlich interessant sind die meisten Gondwanagebiete noch dadurch, daß in ihnen zur Permokarbonzeit eine Vereisung stattgehabt hat, die sogenannte permische Eiszeit; in der Grundmoräne der dortigen Vereisung wurzelt zum Teil die *Glossopteris*-Flora. Im allgemeinen kann jedoch diese Pflanzenwelt nicht mehr von einem kühlen oder gar glazialen Klima beeinflußt gewesen sein, woran man wohl gedacht hat, da sie nicht nur in Nordrußland mit Typen der europäischen Permflora zusammen vorkommt, sondern solche auch südwärts vorgedrungen sind, und insbesondere in Brasilien, weniger in Südafrika ein bemerkenswertes Kontingent der damaligen Pflanzenwelt stellen.

Wir gehen nunmehr zur Schilderung der Glossopteriden wieder über.

Glossopteris BRONGNIART. Blätter stets mit deutlicher Mittelader; Adermaschen langgestreckt oder kürzer polygonal; nach der Aderung werden verschiedene Arten unterschieden, die wir jedoch nicht alle nennen können. Am häufigsten sind *Gl. Browniana* BRONGNIART (Fig. 71a) wohl die häufigste und verbreitetste aller *Glossopteris*-Arten, deren Adermaschen nicht so schmal und lang sind, wie bei der folgenden Art. Die Art befindet sich besonders in den unteren (permokarbonischen) Schichten der Gondwanagebiete, verschwindet jedoch nur sehr allmählich, so daß selbst im Rhät dieser Gebiete gelegentlich noch Spuren davon gefunden werden. Ja diese Art ist vielleicht noch im unteren Lias in einigen Residuen vorhanden gewesen, wie die Funde in den Kohlenbecken von Tonkin (angeblich auch in Mexiko) zeigen, die vielleicht eher liassisch als rhätisch sind.

Gl. indica SCHIMPER unterscheidet sich von der vorigen, wie schon angedeutet, durch ihre außerordentlich feinen Adern, die sehr lange schmale Maschen zusammensetzen, die für das bloße Auge oft im Gegensatz zu denen

der vorigen Art kaum hervortreten. Zu dieser Art gehören auch die von FEISTMANTEL unter dem Namen *Gl. communis* angegebenen Formen aus Ostindien. Das Vorkommen der Art ist dasselbe wie das der vorigen.

Gl. angustifolia BRGT. eine Art, die heute im wesentlichen als selbständig angesehen wird und am ehesten noch mit *Gl. Browniana* zu verwechseln ist. Es sind dies Formen mit schmalen und langen Blättern und engeren Maschen, die in der äußeren Form Selbständigkeit verraten. Das Vorkommen ist dasselbe wie von *Glossopteris Browniana*, nur daß diese Art seltener als die beiden vorigen ist.

Gl. retifera FEISTMANTEL nennen wir als eine Form gleichen Vorkommens, bei der die Maschen wenig gestreckt sind und die Form schwach gestreckter stumpfwinkliger Polygone besitzen. Außer dieser gibt es noch einige weitere *Glossopteris*-Arten, auf die wir hier nicht weiter eingehen brauchen. An der Basis des *Glossopteris*-Wedels, der also ein einfaches Blatt darstellt, das aus einem im Boden befindlichen Rhizom oder Stämmchen herauskommt, befanden sich gelegentlich kürzere, mitteladerlose, mehr schuppenförmige kleine Blätter, die als Hochblätter aufgefaßt werden. Man findet sie mit den großen Blättern gelegentlich zusammen.

Die eben erwähnten Rhizome oder Wurzelstöcke, welche allerdings außer *Glossopteris* auch zu *Gangamopteris* gehört haben mögen, sind ebenfalls bekannt und ursprünglich unter dem Namen *Vertebraria indica* ROYLE beschrieben worden (Fig. 71*b*), eigentümliche, mehr nach einer gegliederten Wirbelsäule als nach Pflanzen aussehende Fossilien, deren Natur und Zugehörigkeit OLDHAM und ZEILLER aufgeklärt haben. Nach einer Angabe von SEWARD sollen die Blätter auch büschelförmig am Ende kleiner Stämmchen gesessen haben. Die Zugehörigkeit der Vertebrarien als Rhizome zu unserer Gruppe ist jedoch zweifellos.

Nichts Genaues weiß man von der natürlichen Verwandtschaft von *Glossopteris* und, wie wir gleich vorausnehmen können, auch von der folgenden Gattung. Noch niemals hat man trotz der überaus zahlreichen Funde der Blätter ein Stück davon mit Resten von Sori oder Sporangien gefunden, oder es lagen irrtümliche Angaben und Mißdeutungen vor. Eigentümliche schuppen- und säckchenförmige Organe, die ARBER als Sporangienkapseln von *Glossopteris* gedeutet hat, sind ihrer Natur nach ganz unklar, da sie keinerlei Inhalt enthalten. Trotzdem bleibt es am wahrscheinlichsten, daß *Glossopteris* und die Glossopteriden überhaupt keine Farne gewesen sind, sondern wahrscheinlich irgend welche farnartigen Gymnospermen; ob indes, wie man zunächst annehmen möchte, hierfür Pteridospermen in Frage kommen, ist durchaus nicht gesagt, obwohl Anzeichen dieser Klasse durch die anatomische Beschaffenheit mancher versteinerten Stämme in der *Glossopteris*-Flora vorhanden sind.

Gangamopteris MC COY (Fig. 71*c*). In der Form der vorigen Gattung ähnlich, aber Blätter oft unregelmäßig, ungestielt, ohne Mittelader, Rand öfter etwas buchtig. Die häufigste Art ist *G. cyclopteroides* FEISTMANTEL. Die Art ist in den Gondwanagebieten sehr verbreitet und findet sich nur in den unteren (permokarbonischen) Schichten dieser Gebiete, niemals wie *Glossopteris* auch noch in triassischen. Über die Fruktifikation dieser Gattung ist nichts bekannt. Neuerdings hat ZALESSKY aus Sibirien eine *Gangamopteris*-Form

angegeben, die mehr an *Cyclopteris* erinnert; da die Maschenaderung nicht klar ausgeprägt scheint, ist die Zugehörigkeit zu der Gattung noch zu bezweifeln, so interessant ein Fund davon dort wäre.

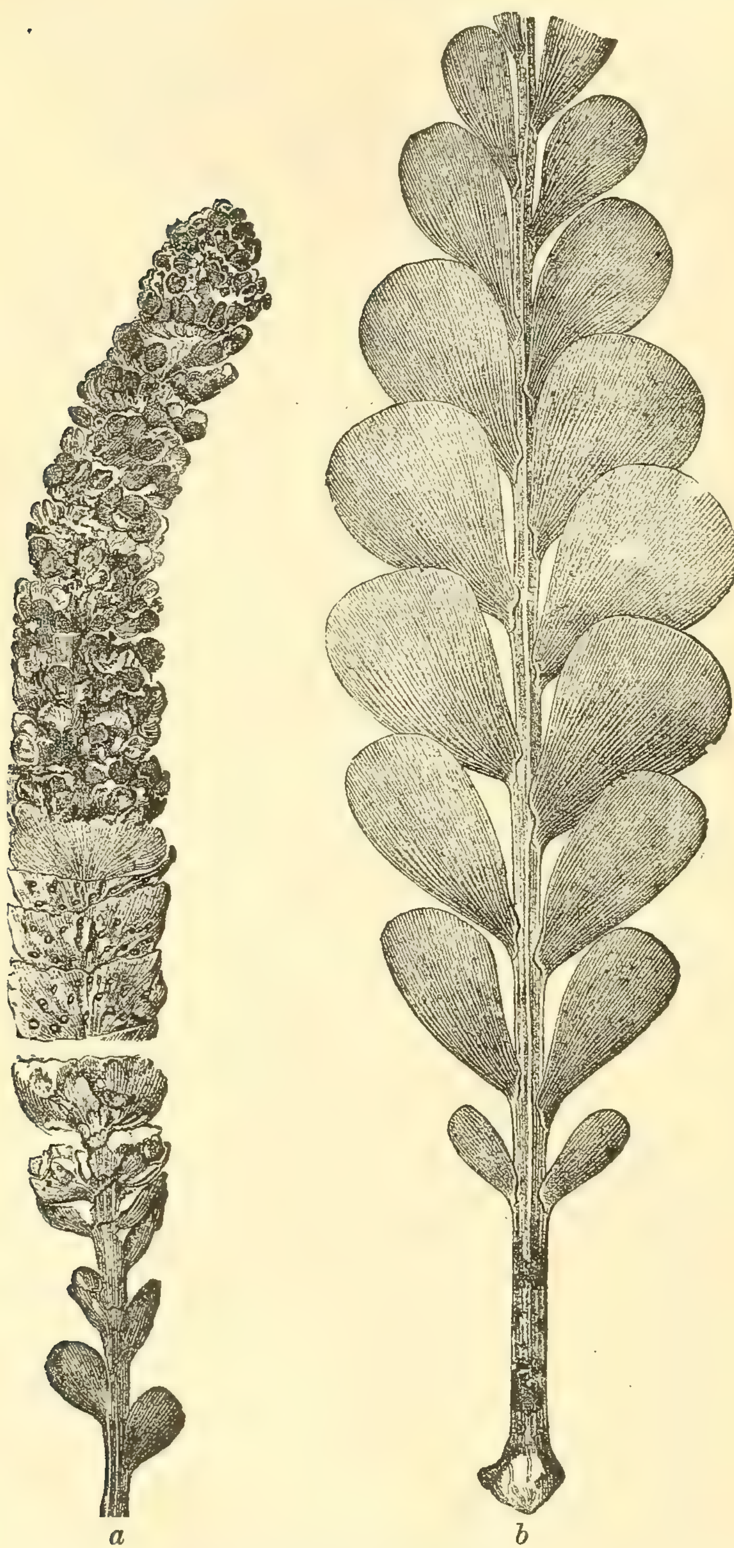


Fig. 73. *Noeggerathia foliosa* STERNBERG, etwas schematisch. Oberer Teil des mittl. Oberkarbons, Böhmen. *a* fruktifizierend, *b* unfruchtbar. Nach STUR.

Anhang. Anhangweise werden hier einige äußerlich farnartige Gattungen behandelt, die wohl sämtlich zu den Pteridospermen gehören werden. *Noeggerathia* STERNBERG. Stengel einfach, beiderseits mit zweizeilig, in Wirklichkeit aber wohl spiralig stehenden Blättern besetzt, die mit Archaeopteriden-Blättern Ähnlichkeit haben. Sie sehen am ersten wie gewisse *Rhacopteris*-Arten aus (S. 32); die Blätter sind ganzrandig oder am Rande fein fransig-zähnelig. Hierzu gehören Blüten, die dicht stehende Blätter tragen, an deren Unterseite kleine samenartige Organe angesessen haben, die aber meist abgefallen sind. Fig. 73 gibt am besten eine Vorstellung von einer Art davon.

N. foliosa STERNB. (Fig. 73). Dies ist die bisher eigentlich allein hierher gerechnete Art; sie ist im allgemeinen sehr selten, und bisher nur im Karbon der mittel-böhmischen Becken gefunden worden, sonst nur einmal in Oberschlesien im mittleren Oberkarbon. Es ist eine der leichtkenntlichsten Pflanzen des Karbons überhaupt, leider nur sehr lokal verbreitet.

N. Planchardi (ZEILLER) GOTHAN. Hierher gehören bisher meist als *Plagiozamites* bezeichnete, zu den Cycadophyten gerechnete etwa rhombische Blätter, die einen fein-fransigen Rand besitzen. Fig. 74 gibt ein solches Blatt wieder. Durch die Untersuchung von STERZEL hat man gelernt, daß die Plagiozamiten wohl nichts weiter sind, als verkappte Noeggerathien. Hierher

gehört auch die ebenfalls in Böhmen vorkommende *Noeggerathia fissa* FEISTMANTEL. Wegen der großen Seltenheiten der Formen brauchen wir darauf nicht weiter einzugehen. Die Plagiozamiten kommen besonders im Rotliegenden vor. —



Fig. 74. Blättchen von *Noeggerathia (Plagiozamites) Planchardi* ZEILLER sp. Rotliegendes.

Gigantopteris SCHENK. Große, zum Teil gegabelte, etwas gelappte Blätter mit parallelen, wenig deutlichen Seitenadern, zwischen denen sich ein eigenartiges Netz sich miteinander maschender feinerer Adern befindet (vergl. Fig. 75). Die Gattung soll hier nur kurz erwähnt werden, da sie bei uns nicht vorkommmt, sondern wie *Lepidodendron oculus felis* nür in Ost-Asien heimisch ist, eine andere Art, *G. americana* D. WHITE in den südlichen Vereinigten Staaten. Man könnte die ostasiatische Permokarbonflora geradezu als *Gigantopteris*-Flora bezeichnen. Die Gattung hat dort übrigens in einigen besonderen Arten bis zur Trias persistiert. Die Pflanze war aller Wahrscheinlichkeit nach ein Farn oder eine Pteridosperme.

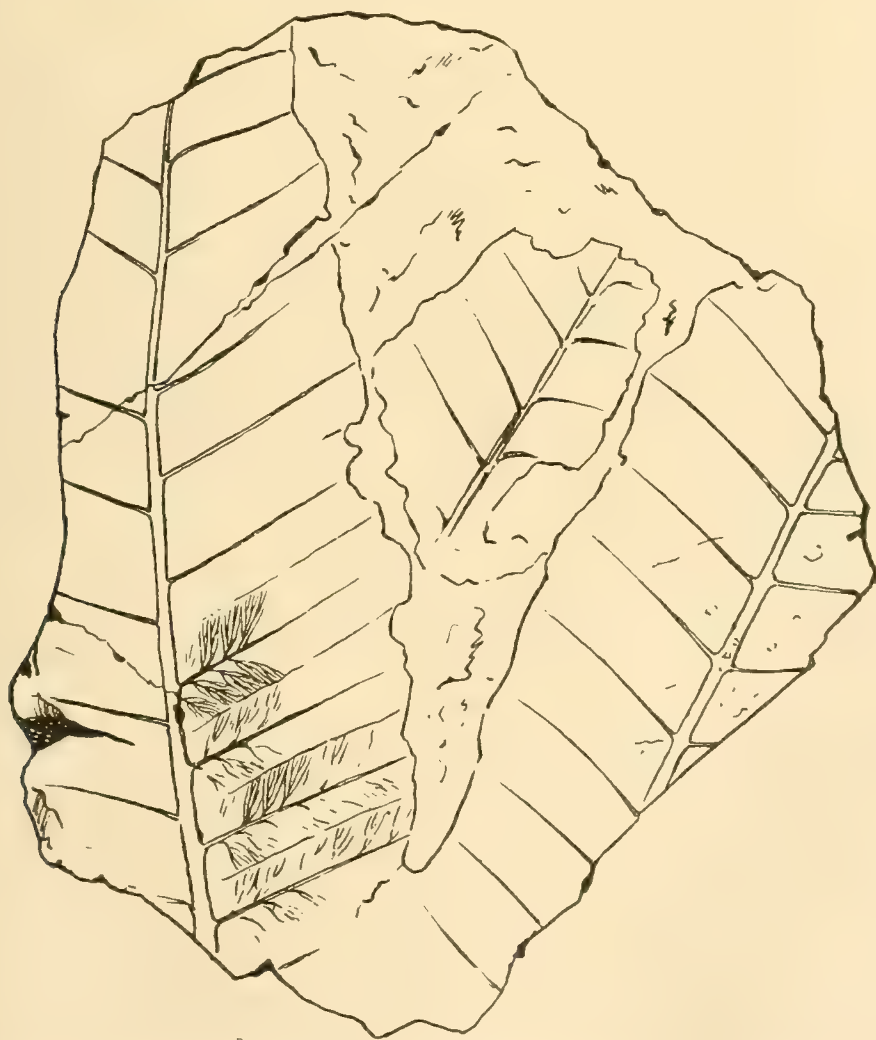


Fig. 75. *Gigantopteris americana* D. WHITE. Permokarbon von Nordamerika (Oklahoma).

Megalopteris DAWSON. Diese Gattung, wohl sicher eine Pteridosperme, wird hier ebenfalls nur nebenher erwähnt, da sie bei uns nicht vorkommt,

sondern nur aus dem Karbon der Vereinigten Staaten bezw. Canada bekannt ist. Es sind große halb neuropteridische, halb alethopteridische Blätter, mit Mittelader und schräg aufsteigenden Seitenadern, die auch auf den ersten Anblick an Aphlebien erinnern können.

Stämme und Rhizome von Farnen und Pteridospermen

Da wir im Vorigen die Laubreste von wirklichen Farnen und den farnähnlichen Pteridospermen durcheinander behandeln mußten, so sollen in dem nächsten Abschnitt auch die Stämme bezw. Wurzelstöcke dieser Gewächsgruppen im Karbon und Perm zusammen behandelt werden. Hier wird allerdings eine Trennung im allgemeinen leicht oder wenigstens viel leichter sein als bei den Blättern, da nach dem Äußeren und der anatomischen Struktur der Stämme die beiden Gewächsgruppen sehr verschieden geartet sind. Von Abweichungen im einzelnen abgesehen, kann man sagen, daß bei aller Eigenart die fossilen Farnstämme ihre Natur sowohl äußerlich, d. h. in den Abdrücken, oder kohligen Resten wie auch der inneren Struktur nach erkennen lassen, daß andererseits die Pteridospermenstämme im großen und ganzen der Struktur nach mehr an Gymnospermen erinnern als an Farne, in kohliger Erhaltung aber oft wenig charakteristisch sind. Nur die Blattstiele dieser Familie haben ebenfalls außerordentlich viel Farnartiges an sich. Die Betrachtung der anatomischen Struktur der verschiedenen hierher gehörigen Stämme und Stengel der Steinkohlenpflanzen hatte, man kann sagen, die Entdeckung der Pteridospermen vorbereitet und geradezu vorausgenommen insofern, als eine ganze Anzahl von Stammresten, die man früher schon glaubte mit karbonischen „Farnblättern" in Verbindung bringen zu können, insbesondere durch den Besitz eines nachträglichen Dickenwachstums gymnosperme Charaktere aufwies, die bei einigen Stämmen insbesondere an gewisse lebende Zycadeen erinnerten; da andererseits die Blattstiele, zum Teil aber auch die Stämme selber farnartige Charaktere aufwiesen, so konnte man in diesen Objekten eine Art von Vereinigung farnartiger und gymnospermer Charaktere finden. Diesem Umstande gab POTONIÉ Ausdruck, indem er diese Stämme mit dem Namen *Cycadofilices* bezeichnete, d. h. mit einem Wort, das in seinem ersten Teil: Cycado- auf die Gymnospermen, in seinem zweiten Teil: filices (Farne) auf die Beziehungen zu den Farnen hinwies. Schon früher hatte z. B. RENAULT in Frankreich und STERZEL in Sachsen darauf hingewiesen, daß zu den Medullosen, einer Gruppe der *Cycadofilices*, Blätter von *Alethopteris*-Charakter und dergl. gehören mögen. Indes war die Frage nach der wahren Stellung der betreffenden Gewächse im System auf rein anatomischem Wege nicht zu lösen, und die Lösung gelang erst vollständig, nachdem die Engländer OLIVER und SCOTT gefunden hatten, daß zu der von uns früher besprochenen *Sphenopteris Hoeninghausi* kleine Samen gehörten. Da sie andererseits fanden, daß zu dem genannten „Farnlaub" Stämme von gymnospermenartigem Charakter (*Lyginodendron*) gehörten, so war für diese Pflanze der Nachweis erbracht, daß es sich trotz des farnartigen Laubes in Wirklichkeit um eine Gymnosperme handele, und sie nannten diese Gruppe daher, indem sie ähnlich wie POTONIÉ in dem Namen das Farnartige behielten: Pteridospermen (*πτερις* der Farn, *σπερμα* der Same). Daß dieses Resultat nach den eben gemachten Au

einandersetzungen nicht sehr überraschen konnte, da eigentlich auch der von Potonié ausgesprochene Befund in dieselbe Richtung tendierte, kann man noch hinzufügen; Zeiller hatte in seinem Lehrbuch der Paläobotanik 1900 schon klar den Gedanken ausgesprochen, daß bis dahin eine vollständige Unstimmigkeit bestand zwischen der Unzahl von verschiedenen im Karbon und Perm bekannt gewordenen Samen und der Anzahl der wirklich bekannt gewordenen Gymnospermenarten. Die Entlarvung zahlreicher bisher mit mehr oder weniger großer Sicherheit als Farne bezeichneter Gewächse als eine Art von Gymnospermen machte mit einem Mal es möglich, die Überzahl der gefundenen einzelnen Samen unterzubringen; auch heute ist man noch weit entfernt davon, auch nur von einem größeren Teil der genannten Samen zu wissen, zu welchen Gymnospermen bezw. Pteridospermen sie gehört haben. Die Zahl dieser Objekte ist jedoch in ein richtiges Licht gerückt worden.

Den Zielen dieses Buches entsprechend muß bei der Behandlung der verschiedenen Stämme die anatomische Seite in den Hintergrund gerückt werden. Andererseits kann man sie nicht vollständig übergehen, da sonst von den Stämmen der Pteridospermen, die in kohliger Erhaltung wenig genug Besonderes bieten, nicht viel zu sagen wäre. Wir haben deswegen einige wichtige Gruppen der Pteridospermenstämme auch in anatomischer Hinsicht kurz behandelt und dies auch darum, weil es sich z. B. in den Dolomitknollen um verhältnismäßig häufig gefundene und hervortretende Formen handelt, die schließlich dem Kenner als Leitfossilien ebenso von Wichtigkeit sein können als die „Abdrücke“ (S. 36, 43, 56; T. 1).

Anders ist es bei den Farnstämmen, von denen im Karbon und Perm eigentlich fast nur die als Psaronien oder Staarsteine bezw. deren kohlig erhaltene Stücke eine Rolle spielen. Auch im letzteren Falle bieten diese durch die charakteristische Form der von den abgefallenen Blättern hinterlassenen Narben sehr auffällige und gut kenntliche Fossilien, die in einzelne Gruppen und Arten nach der Beschaffenheit des Stammäußeren und insbesondere der Blattnarben selbst unterschieden werden. Auch hier werden wir aber, besonders da strukturbietende Stücke derartiger Farnstämme in zahlreichen Sammlungen vertreten sind, nicht umhin können, über die anatomischen Verhältnisse wenigstens so viel mitzuteilen, daß ein Verständnis der Beziehungen zwischen den kohlig erhaltenen und den strukturbietenden meist verkieselten Stücken möglich ist.

Außer den Psaronien kommen als Farnstämme oder richtiger Farnstämmchen in der vorliegenden geologischen Periode noch einige andere Gruppen in Betracht, nämlich die Zygopterideen und Botryopterideen, die, obwohl im einzelnen recht verschiedene fossile Typen enthaltend, infolge gewisser Gemeinsamkeiten auch zu einer größeren Gruppe zusammengefaßt werden (*Inversicatenales* P. Bertrand, *Coenopterides* Seward) sowie die Anfänge der Osmundaceen, die im Perm in einigen primitiven Formen in echt versteinertem Zustande gefunden worden sind, die zwar botanisch von höchstem Interesse sind, aber wegen ihrer großen Seltenheit als Leitfossilien nicht angesprochen werden können. Wir haben sie nebst den beiden vorgenannten Gruppen nur streifen können, da sie nur in Struktur zeigenden Resten zu erkennen sind und als eigentliche Leitfossilien nicht gelten können (S. 41, 42).

Psaronieae, Starsteine

Es ist nicht klar, woher dieser Name Starsteine eigentlich rührt. Die einen behaupten, daß er bedeutet: „Sternsteine“ wegen der Sternform des kleinen Leitbündelquerschnitts (Fig. 76) der den Stamm umgebenden Luftwurzeln. Die andern bringen ihn mit dem Gefieder des Staren in Verbindung und meinen, daß die schillernden Punkte des Starengefieders an das Bild des Querschnitts des Luftwurzelmantels des Psaronien erinnern (vergl. Fig. 77). Generell ist der Bau dieser Farnstämme derartig, daß den zentral gelegenen Stamm mindestens im unteren Teile ähnlich wie bei vielen heutigen Farnstämmen (Fig. 77, T. 26, 1) ein Luftwurzelmantel umgibt.

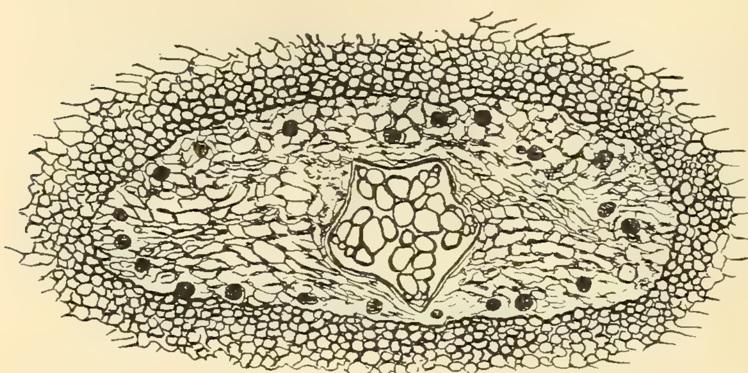


Fig. 76. Luftwurzel aus dem Mantel eines *Psaronius*-Stammes, etwas platt gedrückt. In der Mitte das sternförmige Leitbündel, darum das Parenchym, dann die (sklerotische) dickzellige Außenrinde, an die sich deutlich sichtbar die zarteren Zellen des „Bindegewebes“ anschließen. Vergr.

Die einzelnen Luftwurzeln sind von einer außen sklerotisch verfestigten Rinde umgeben, tragen im Innern ein zarteres Parenchym und im Zentrum ein meistens fünfstrahliges (im Querschnitt) sternförmiges Leitbündel. Abweichend von den heutigen Farnen sind jedoch die Wurzeln durch ein Bindegewebe verbunden bezw. verwachsen, eine höchst eigentümliche Struktur, die gelegentlich zu Mißdeutungen Veranlassung gegeben hat. Der Stamm (T. 26, 1) zeigt zahlreiche im Querschnitt bandförmige Leitbündel, die, wie bei den Farnen überhaupt, aus Treppentracheiden bestehen. An der Außenseite des Stammes befinden sich zahlreiche Skelettstränge, die zur Erzielung der Standfestigkeit des Stammes dienen. Auf den Blattnarben des Stammes erscheinen die Blattbündel sowohl bei kohlig, als auch bei echt versteinerten Stücken (bei letzteren allerdings selten deutlich zu sehen) in Form eigentümlich geschwungener bandförmiger Zeichnungen und Ornamentierungen, nach denen einzelne Arten unterschieden worden sind. Die Luftwurzeln erblickt man an kohlig erhaltenen Stücken in Form von langen Streifen, die den Stamm in der Längsrichtung überkleiden; oder sie hinterlassen nach dem Abfall punktförmige Narben, die neben den Blattnarbenzeilen sichtbar sind (Fig. 79). Gelegentlich findet man die Stämme der äußeren Rinde beraubt; sie erscheinen dann in etwas veränderter Weise, insofern die Zeichnungen der Blattnarben nicht mehr so deutlich oder in der eigentlichen Form sichtbar sind, wie bei Erhaltung



Fig. 77. Querschliff durch einen *Psaronius* mit Luftwurzelmantel; der Stamm im Zentrum mit spiralig angeordneten Blattspuren *(Caulopteris)*. Rotliegendes, Chemnitz. Etwas schematisch.

der Oberfläche selber, und außerdem mit einer starken Längsstreifung versehen. Solche Stämme sind mit dem Namen *Ptychopteris* bezeichnet worden, sie stellen also keine besondere Gattung von Farnstämmen dar, sondern sind weiter nichts als mehr oder weniger entrindete Exemplare bestimmter Psaronien (Fig. 78).



Fig. 78. *„Ptychopteris"*-Form der Blattnarbe einer *Caulopteris*, durch teilweise Entrindung des Stammes entstanden.

Caulopteris LINDLEY und HUTTON. Bei dieser und den folgenden Gattungen ist zu bemerken, daß die Einteilung der Psaronien sowohl bei den kohlig als auch strukturbietend erhaltenen Stücken eine rein äußerliche ist, die sich nach der Art der Verteilung und Stellung der Blattnarben richtet. *Caulopteris* selber zeigt spiralig gestellte Blattnarbenreihen, entspricht also in dieser Beziehung dem bei den Stämmen lebender Farne gefundenen Verhältnis (Fig. 79; T. 26, 2). Das Aussehen der Farnbäume dieser spiralig beblätterten *Caulopteris*-Stämme dürfte nach der allgemeinen Annahme im großen und ganzen denen der heutigen Farnbäume mit schirmförmiger Krone entsprochen haben, und daher werden diese Farnbäume meist in der Form der lebenden dargestellt. Sie scheinen allerdings nicht die Höhe dieser erlangt zu haben. Es soll jedoch nicht vergessen werden, zu erwähnen, daß sozusagen das einzige Stück, bei dem man noch einen direkten Zusammenhang zwischen dem Farnstamm und der Belaubung im Karbon bemerkt (Fig. 54), darauf hinzudeuten scheint, daß manche dieser Farnstämme nicht bloß am Gipfel eine schirmförmige Krone getragen haben, sondern daß zum Teil noch an tieferen Stellen des Stammes Blätter persistierten, was im Verhältnis zu heute ein recht abweichendes Bild ergeben würde. Dieses Stück zeigt im Zusammenhang mit dem Stamm eine *Pecopteris*, die von dem Typus der meisten Pecopteriden ziemlich abweicht, und sich an *Pecopteris Pluckeneti* (S. 54) anschließt; man hat jedoch Grund zu der Annahme, daß auch andere *Pecopteris*-

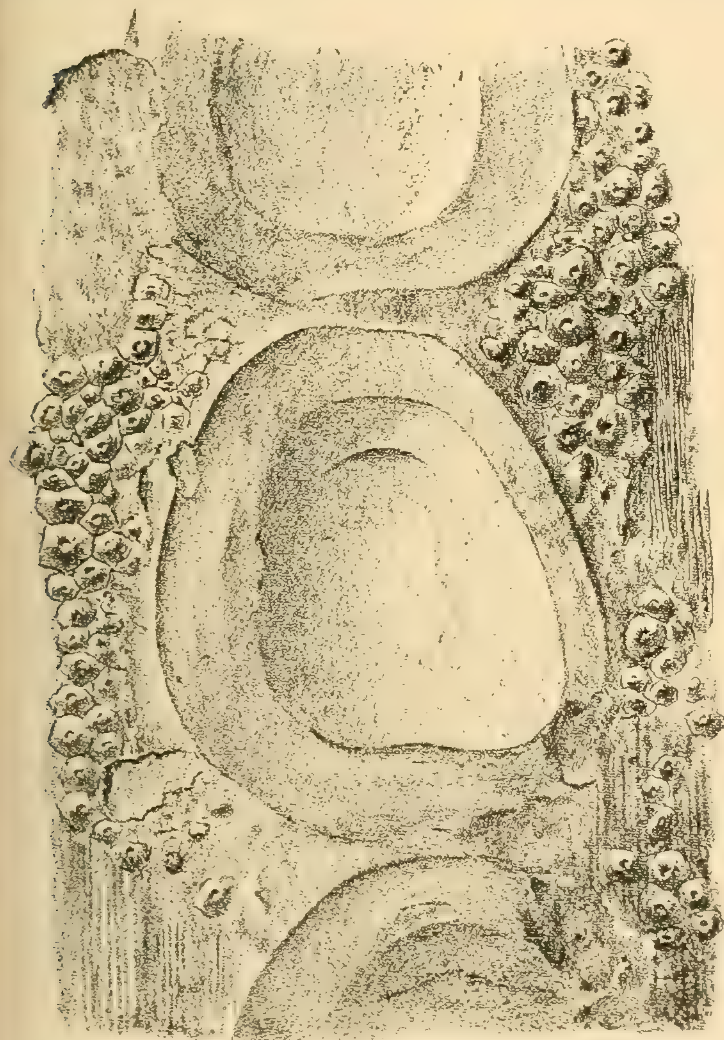


Fig. 79. *Caulopteris Ottweileriana* WEISS. Oberes Oberkarbon (Untere Ottw. Schichten) des Saarreviers, Schwalbacher Flöz (Ensdorf). Die Narben links und rechts von den schildförmigen großen Blattnarben rühren von abgefallenen Wurzeln her.

Arten etwa vom Habitus der *P. arborescens* u. dergl. als Belaubung derartiger Stämme sowie auch der nachher zu erwähnenden Megaphyten in Frage kamen.

Wie bereits oben angedeutet, beruht die Unterscheidung verschiedener *Caulopteris*-Arten auf der Beschaffenheit der Blattnarben. Die Art der Zeichnung des auf der Blattnarbe heraustretenden bandförmigen Leitbündels, die Form des Umrisses, ob mehr rundlich oder mehr länglich; ob oben abgerundet oder eingebuchtet, geben Unterscheidungsmerkmale her. Man kann sagen, daß gut erhaltene *Caulopteris*-Stämme verhältnismäßig selten sind, so daß sie als eigentliche Leitfossilien nur geringen Wert haben.

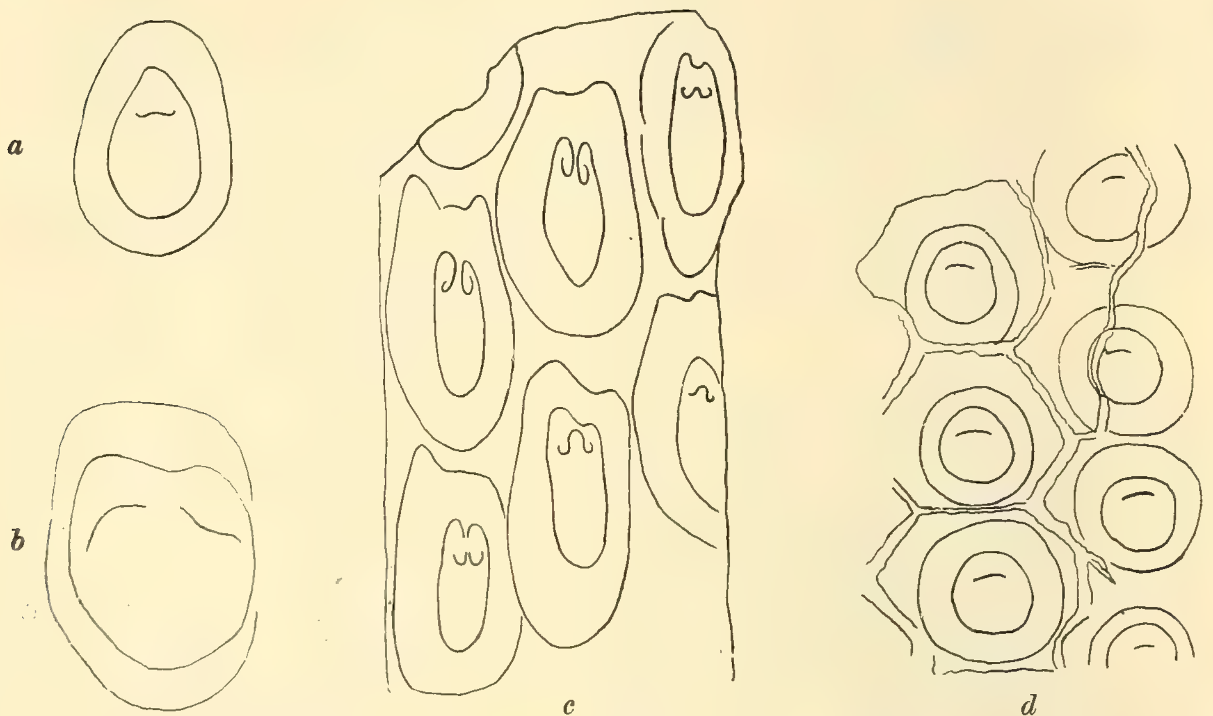


Fig. 80. *Caulopteris*-Blattnarben und Stammoberflächen in ca. 1/3, etwas schematisch. *a Caulopteris peltigera* BRONGN. (Blattnarbe); *b C. aliena* ZEILL. (Blattnarbe); *c C. varians* ZEILL.; *d C. patria* GR.'EURY. Oberes Oberkarbon (bezw. Rotliegendes). Nach ZEILLER.

C. peltigera BRONGNIART. Leitbündeltrace auf der Blattnarbe in Form eines geschlossenen Ringes oder einer Ellipse, unterhalb des Gipfels innerhalb dieses Ringes ein strich- bis W-förmiges Innenbündel (Fig. 80*a*). Vorkommen oberes Oberkarbon (Rotliegendes).

C. Fayoli ZEILLER. Blattnarben mit je einem großen hufeisenförmigen als dünne Linie parallel der Außenkontur der Narbe verlaufenden Leitbündel, das oben offen ist und dessen Enden nach unten eingebogen sind. Vorkommen im oberen Oberkarbon.

C. patria GRAND EURY (Fig. 80*d*) schließt sich mehr der ersten Art an, von der es insbesondere die Form des nach oben konvexen „Innenbündels" unterscheidet. Vorkommen wie vorher. Dieser ähnlich ist auch *C. Saportae* ZEILLER (T. 26, 2).

C. varians ZEILLER. Blattnarben länglich, Blattnarbenkontur oben eingebuchtet. Leitbündel ähnlich wie bei *C. Fayoli*, aber nicht auf allen Narben oben offen, sondern zum Teil geschlossen, eingebuchtet und mit einem nach oben geschwungenen kleinen „Innenbündel" (Fig. 80*c*).

C. aliena ZEILLER, von der in Fig. 80*b* eine Blattnarbe abgebildet ist, ist insofern bemerkenswert, als es die einzige kohlig erhaltene *Caulopteris*-Art ist, bei der vierzeilige Beblätterung beobachtet worden ist. Vorkommen wie vorher.

Megaphyton ARTIS. Mit diesem Namen bezeichnet man die Caulopteriden, mit nur zwei einander gegenüber verlaufenden Reihen von Blattnarben, also Farnstämme mit zweizeiliger Beblätterung, einen Typus, der heute vollständig fehlt (Fig. 81). Die Beschaffenheit der Blattnarben ist im übrigen ähnlich wie bei den oben behandelten *Caulopteris*-Arten und zeigt bei den verschiedenen



Fig. 81. *a Megaphyton Mc Layi* LESQU. $^1/_3$. Oberes Oberkarbon. Nach ZEILLER. *b Psaronius simplex* UNGER. Beispiel eines *Psaronius* mit zweizeiliger Beblätterung, *Megaphyton* entsprechend. Rotliegendes v. Chemnitz. Nach STENZEL.

Arten im einzelnen Abweichungen, von der Art, wie sie oben zur Unterscheidung einzelner Spezies benutzt wurden. Wir erwähnen als Beispiel eines *Megaphyton* (die im übrigen in gut erhaltenen Stücken recht selten sind):

Megaphyton Mc. Layi LESQUEREUX der höheren Schichten des mittleren Oberkarbons und des oberen Oberkarbons, das durch Vergleich mit den *Caulopteris*-Arten die Ähnlichkeit der Blattnarben leicht erkennen läßt. Die Megaphyten fehlen zwar im mittleren Oberkarbon nicht, sind aber in höheren Schichten häufiger. Auch im Kulm sind einige bekannt, doch ist sicher, daß ein großer Teil der als Megaphyten im Kulm angegebenen Gewächse andern zweizeilig beblätterten Pflanzen entstammt.

Strukturzeigende Psaronien, *Psaronius* COTTA (*Psaronius* im eigentlichen Sinne)

Wir hatten von der Struktur dieser Stämme im vorliegenden schon Einiges mitgeteilt; sie finden sich weniger im eigentlichen mittleren Ober-

karbon als besonders im Rotliegenden, fehlen aber keineswegs in den Torfdolomiten. Die Häufigkeit im Rotliegenden hat einmal darin seinen Grund, daß in dieser Formation an vielen Stellen hervorragend günstige Bedingungen zur Entstehung verkieselter Stämme mit Struktur geboten waren. Andererseits aber müssen sie auch in den Schichten des Permokarbons wirklich häufiger gewesen sein. Und dieses häufige Auftreten macht die vorhin von uns vertretene Annahme sehr wahrscheinlich, daß ein großer Teil der in diesen Schichten ja massenweise und artenreich vertretenen *Pecopteris*-Arten als Beblätterung dieser Stämme in Frage kommen. Man unterscheidet bei den Psaronien verschiedene Arten: einmal nach der Form der mehr oder weniger dichten Gruppierung der Leitbündel im Stamme, besonders aber nach der Art und Weise der Blattstellung. Genau wie bei den kohlig erhaltenen Stämmen, kennt man bei den strukturzeigenden solche mit spiraliger Beblätterung, wie einen solchen z. B. T. 26, 1 darstellt, solche mit vierzeiliger Beblätterung und solche mit zwei Blattzeilen; letztere also den Megaphyten entsprechend (Fig. 81*b*). Nach der Blattstellung nimmt man denn auch die Gruppierung der Psaronieen in drei Hauptgruppen vor und unterscheidet die Arten derselben nach besonderen Eigentümlichkeiten der in die Hauptgruppen gehörigen Formen. Der Leitbündelverlauf beim Austritt in die Blattnarbe und auch derjenige im Stamme ist ziemlich kompliziert und soll hier nicht weiter behandelt werden. Was die Gruppierung der Psaronien anbetrifft, so gab es früher noch eine andere von G. Stenzel, der sie einteilte nach der Beschaffenheit des Parenchyms in den Luftwurzeln, ob dieses Lücken im Gewebe hatte oder kompakt war (*Psaronii Asterolithi* und *Helmintholithi*).

Die von uns mit Zeiller gewählte Einteilung der Psaronien ist dann die folgende.

1. *Psaronii polystichi*, vielzeilige Psaronien, sind demgemäß solche mit spiraliger Beblätterung, bei der im Stammquerschnitt die Leitbündel mehr oder weniger gleichmäßig rings um das Zentrum gruppiert erscheinen: *Caulopteris* im eigentlichen Sinne entsprechend (außer der vierzeiligen *C. aliena*). Hierher gehören die meisten Psaronien, so auch der von uns abgebildete *Ps. infarctus* Unger mit dicht gedrängten Leitbündeln im Stammquerschnitt (T. 26, 1).

2. *Ps. tetrastichi* (vierzeilige) Psaronien. Hier sind nur wenige Arten bekannt, z. B. *Ps. asterolithus* Cotta sowie auch der einzige *Psaronius*, der aus Gondwanagebieten (Brasilien) bekannt ist und schon Brongniart bekannt war: *Ps. brasiliensis* Brongniart und einige andere.

3. *Ps. distichi* (zweizeilige Psaronien), wie bereits oben bemerkt, den Megaphyten entsprechend. Auf einzelne Arten einzugehen, verzichten wir hier (Fig. 81*b*); es sind eine ganze Reihe bekannt, ihre Unterscheidung gründet sich aber, wie bei den vorigen Gruppen, auf anatomische Einzelheiten des Stammes, die auseinanderzusetzen hier schon der Raum verbietet. Es muß auf die Spezialwerke verwiesen werden, neben der älteren Literatur und den einschlägigen Lehrbüchern besonders auf Zeiller, Bassin houiller Autun & Epinac, flore fossile 1890; Stenzel, Beitr. Paläont. Österr.-Ungarns, 19, 1907, S. 85ff.

b) Articulatae (Pteridophyten mit gegliedertem Stengel)

Von der lebenden Flora aus gesehen, besteht für die Aufstellung dieser Gruppe unter den Pteridophyten nicht gerade ein Bedürfnis. Unter Berücksichtigung der fossilen, insbesondere der paläozoischen Gewächse erscheint sie jedoch sehr angebracht, da entschieden ein Bedürfnis besteht, die verschiedenen hierher gehörigen Familien und Reihen unter einem Obertitel zusammenzufassen. Von lebenden Pflanzen gehört hierher nur die Familie der Equisetaceen oder Schachtelhalmgewächse, von der Fig. 82 eine Art darstellt. Die Familie enthält nur eine Gattung *Equisetum*, die bei uns in einer Anzahl meist kleinerer Arten verbreitet ist und besonders als Röhrichtgewächs eine Rolle spielt. Ähnlich ist es in anderen Gegenden, wo allerdings, wie in den Tropen, noch bis über 2 m hohe Arten vorkommen. Der Stengel ist, wie oben angedeutet, ebenso wie auch das im Boden steckende Rhizom in einzelne Glieder eingeteilt; am Grunde jedes Gliedes an den sogenannten Knoten oder Stengelknoten sitzt ringsherum eine Anzahl zu einer zusammenhängenden Scheide verwachsener Blätter; die Stengel können einfach oder verzweigt sein. Manchmal sind die Exemplare, die die Fruktifikationen tragen, anders gestaltet als die rein vegetativen Stücke wie bei dem Ackerschachtelhalm *(E. arvense)*. Die Blüte besteht aus einem zapfenförmigen Organ von länglich-walziger Form am Gipfel der Sprosse. Dieses besteht aus einer größeren Anzahl dicht übereinanderstehender Quirle, die sich aus einzelnen Sporophyllen zusammensetzen, die vorn mit einem kleinen Schild endigen, an dessen Rand nach innen gerichtet zahlreiche kleine Säckchen mit den Sporen stehen, die rund sind und deren Außenhaut zu einer Spirale aufgerollt ist; diese ist hygroskopisch und sorgt durch Zusammenziehung und Ausdehnung für die weitere Beförderung der Sporen. Bei manchen Equiseten, die auf trockenem Boden wachsen, wie

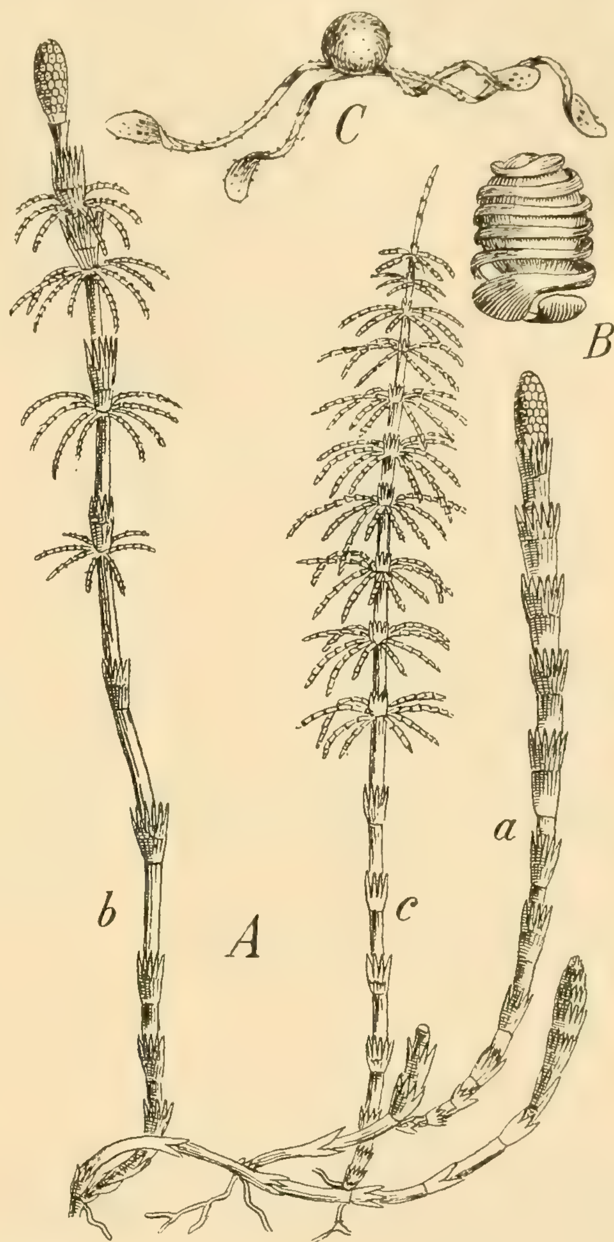


Fig. 82. *Equisetum pratense*, Schachtelhalm. *a* fertiler Sproß, *b* desgleichen mit Ästchen, *c* unfruchtbarer Sproß. *B* Spore einer andern Art mit eingerollten „Spiralen“ (Schleuderspiralen), *C* desgl. mit ausgebreiteten Spiralen. Aus WARMING.

das eben genannte *E. arvense,* werden an den Rhizomen im Boden Knollen ausgebildet, die als Speicherorgane ähnlich den Knollen anderer Gewächse (Kartoffel usw.) funktionieren. Es scheint, daß die geologisch jüngeren und auch ein Teil der mesozoischen Formen von den lebenden zum Teil nur geringe Abweichungen zeigen. Stärker werden diese im Paläozoikum bemerkbar, wo indes wenigstens in gewissen Familien ebenfalls nahe Beziehungen zu den heutigen Schachtelhalmen hervortreten. Es ist indes unrichtig, die großen paläozoischen Formen, insbesondere die karbonischen Kalamiten, als „riesige Vorfahren“ der heutigen Schachtelhalme zu bezeichnen; es gab schon im Karbon krautige, den heutigen ähnliche Formen, und die Kalamiten sind daher als ein besonderer Seitenzweig der Schachtelhalmsippe aufzufassen.

Außer den fossilen Equisetaceen und den bereits eben genannten Kalamiten gehören zu der Artikulatengruppe noch die Sphenophyllen oder Keilblättler, die bereits früher erwähnte *Pseudobornia* des Oberdevons (S. 16), und vielleicht bilden „Gattungen“ wie *Phyllotheca* ebenfalls noch besonders Familien innerhalb dieser Pflanzenwelt. Die Blüten erscheinen zwar bei den einzelnen Gruppen recht verschieden — soweit man überhaupt näheres über sie weiß — lassen sich indes verhältnismäßig auf einen ähnlichen Grundplan zurückführen.

Welchen physiologischen Sinn für die Pflanzen überhaupt die Gliederung des Stengels hat, soll hier nicht erörtert werden; es scheint aber, daß in den ältesten bekannten Landfloren des mittleren Unterdevons Gewächse mit Gliederstengeln fehlten, und es ist interessant, daß die an die Grenze vom oberen Mitteldevon gesetzte *Hyenia* NATH. als ein Gewächs gelten kann, das, in der Tracht einem feinblätterigen *Sphenophyllum* ähnlich, eine Gliederung des Stengels in den unteren Teilen erkennen läßt, aber noch nicht Knotenlinien und Abteilungen des Stengels in der Schärfe erworben hat, wie die späteren eigentlichen Gliederpflanzen.

1. Sphenophyllales, Keilblattgewächse

Stengel gegliedert, an den Gliederungsstellen mit Quirlen aus freien Blättern besetzt, die meist in dem Vielfachen von drei erscheinen (meist 6 oder 9; T. 27, 3; Fig. 83). Blätter umgekehrt keilförmig, unzerteilt bis mehr oder minder zerschlitzt, von mehreren bis zahlreichen gleichwertigen gegabelten Adern durchzogen. Blätter superponiert, d. h. die übereinander stehenden nicht abwechselnd, wie heute bei Pflanzen mit gegenständigen oder quirlständigen Blättern die Regel ist. Die Superposition der Blätter hängt zusammen mit dem Leitbündelverlauf im Stengel, da die Leitbündel über die Knoten des Stengels gerade hindurchgehen. Stengel verzweigt; es scheint, daß die dickeren älteren Stengel bei den Arten mit ganzen Blättern mit Vorliebe feiner und stärker zerteiltes Laub getragen haben, während die unzerteilten Blätter an dünneren Ästen oder am Gipfel saßen; auch die Blüten tragenden Stengel zeigen oft feinere Blätter. Anatomisch ist der Stengel wohl bekannt und außerordentlich leicht kenntlich an dem dreieckigen („triarchen“) marklosen, später mit Sekundärzuwachs versehenen Zentralleitbündel. Die Dreiteiligkeit dieses Bündels (Taf. 27, 4) ist die Ursache der Dreiteiligkeit der Blattquirle. Die Blüten sind bei den meisten

Arten zapfenförmig, und wir kennen Exemplare von ihnen in kohliger und strukturzeigender Form. Äußerlich erscheinen die Blüten denen der später zu besprechenden Kalamiten ähnlich, unterscheiden sich von ihnen jedoch dadurch, daß erstens die Sporangien an besonderen Stielchen (Sporangiophoren, Sporangienträgern) sitzen, zweitens dadurch, daß nicht ein „Wechsel" von sterilen und fertilen (unfruchtbaren und fruchtbaren) Blattquirlen stattfindet. Wir werden einzelne Blütenformen bei den einzelnen Arten noch kurz besprechen, bemerken hier jedoch, daß die Homogenität der sonst sehr geschlossenen Sphenophyllen-Gruppe auf Grund der Blüten keineswegs so groß ist, wie man zunächst erwarten sollte, ja einige Formen zeigen die Blüten nicht in Form von Zapfen, sondern die Sporangien treten in Form einzelner Gruppen in der Achsel gewöhnlicher Blätter auf.

Über die Lebensweise der Sphenophyllen-Gruppe besteht bei den Forschern keine Einigkeit. POTONIÉ hielt die Sphenophyllen für Wasserpflanzen und glaubte, daß die Stücke mit ganzen Blättern, die sich oft in einer Ebene ausgebreitet zeigen, als Schwimmblätter zu deuten seien, während die feiner zerschlitzten Blätter derselben Arten untergetaucht seien. In der Tat machen manche Stücke, besonders die ein schönes Blattmosaik zeigenden „*Trizygia*"-Stücke (T. 27, 5) sehr den Eindruck lang hin flottierender Sprosse mit Schwimmblättern; letztere sind auch bei den heutigen Schwimmpflanzen mit Vorliebe ganzflächig, kaum zerteilt, während die untergetauchten sehr häufig haarfein zerteilt sind. Auch das zentrale Leitbündel würde sich mit den im Wasser schwimmenden Pflanzenstengeln vertragen, da es auf eine Inanspruchnahme auf Zug deutet.



Fig. 83. *a Sphenophyllum cuneifolium* STBG., mittleres Oberkarbon. Blattquirl von 9 Blättern mit unzerteilter Spreite. *b Sph. tenerrimum* ETTINGSHAUSEN. Namentl. Unt.Oberkarbon, Oberschles.

Andere Autoren machen darauf aufmerksam, daß feinzerteilte Blätter auch an den Blüten tragenden Achsen vorkommen, ferner daß die ziemlich weitzelligen Elemente des Leitbündels mehr auf hängende kleine Lianen zu deuten scheinen; welche Anschauung die richtige ist, läßt sich vorderhand nicht entscheiden.

Die Gruppe beginnt ihre Laufbahn stellenweise schon im Oberdevon (Arktis), ist aber allgemein sonst echt karbonisch; die letzten Arten im Rotliegenden.

Sphenophyllum, Keilblatt

Die Gattung hat, da sie nach der bisherigen Auffassung die einzige der Familie ist, die Charaktere der Gruppe.

Man kann dieselbe wenigstens den vegetativen Verhältnissen nach in zwei Gruppen teilen; die eine umfaßt die Arten, bei denen nur fein zerschlitzte Blätter vorkommen, die andere diejenigen, bei denen ganze Blätter und an andern Regionen, meistens den unteren der Pflanze, mehr oder weniger fein zerschlitzte Blätter vorkommen. Nach POTONIÉS Auffassung von der Lebensweise der Sphenophyllen würden also die ersteren ganz untergetaucht gelebt haben, die zweiten zum Teil Schwimmpflanzen, zum Teil (mit den zerschlitzten

Blättern) untergetaucht gewesen sein; die Blüten sollen nach Analogie heutiger Wasserpflanzen aus dem Wasser hervorgeragt haben. Geologisches Alter siehe oben.

1. Gruppe. Blätter alle fein zerschlitzt, ein- bis mehrmals gegabelt. Die Gruppe enthält die ältesten Formen und auch die sphenophyllumartige eben erwähnte *Hyenia* nähert sich ihr.

Sph. tenerrimum ETTINGHAUSEN. Wirtel klein, Zipfel der Blätter oft haarfein, die ganze Art besonders bei einzeln erhaltenen Quirlen leicht zu übersehen. Der Name ist, wie Fig. 83*b* zeigt, sehr treffend. Formen dieses Typus, die allerdings als besondere Art angesehen werden, erscheinen gelegentlich schon im Oberdevon, stellenweise im Kulm, häufig sind sie dagegen mehrorts im unteren Oberkarbon; besonders im unteren Oberkarbon Oberschlesiens ist die Art eine stehende Erscheinung. Eine äußerlich außerordentlich ähnliche Form tritt stellenweise, so z. B. in Oberschlesien, aber auch sonst im mittleren Oberkarbon auf. Auch gelegentlich in andern Kohlenbecken findet sich diese dem *Sph. tenerrimum* sehr ähnliche *Sph.*-Form, die nach den Angaben einiger Autoren trotz äußerer Ähnlichkeit von *Sph. tenerrimum* verschieden sein soll und mit dem Namen *Sph. trichomatosum* STUR bezeichnet wird; der Stengel dieser Art soll punktiert sein und die Blüte der beiden Arten soll sich durch die Art des Ansatzes der bei der einen Form achselständigen Sporangien auszeichnen. Ein äußerer Unterschied in den Blättern ist schwer zu finden, jedoch erscheint merkwürdig, daß die Art in Oberschlesien in der Mulden- und Randgruppe bekannt ist, in der Sattelgruppe dazwischen aber fehlt.

Sph. myriophyllum CRÉPIN (T. 28, 4). Stengelglieder meist dick, mit zahlreichen Leitbündeln durchzogen; Blätter sehr lang, am Grunde meist einmal gegabelt, oft verhältnismäßig stark und bogig. Die Art gehört in den meisten Kohlenbecken nicht zu den häufigen Erscheinungen, ist dagegen in Saarbrücken in den unteren Schichten (Fettkohle) ganz gemein und kommt in den andern Becken in ähnlichen Horizonten vor. Die Blüte ist noch nicht bekannt. Der Stengel dieser Art dürfte dem aus den Dolomitknollen unter dem Namen *Sphenophyllum plurifoliatum* WILLIAMSON bekannten entsprechen, das ebenfalls dicke Stengel mit zahlreichen Leitbündeln enthält. Die Seltenheit der Blüte hängt vielleicht mit einer vornehmlich vegetativen Vermehrung der Pflanzen zusammen, welchen Eindruck sie auch beim Betrachten ihres Vorkommens in Saarbrücken durchaus macht.

Zu dieser Gruppe mit fein zerschlitzten Blättern gehören noch einige Arten, die durch den Blütenbau von allen Sphenophyllen insofern abweichen, als sie keine zu Ähren vereinigten Blüten haben, die Sporangien stehen vielmehr in den Achseln gewöhnlicher Blattquirle.

2. Gruppe: Normale Blätter ganz, vollspreitig. Die Gruppe enthält viel mehr Arten als die vorige, darunter auch die häufigste des mittleren Oberkarbons:

Sph. cuneifolium STERNBERG. Blätter ganz, typisch und umgekehrt keilförmig, Seitenränder gerade, Vorderrand gerade abgeschnitten mit scharfen Zähnen, die geradlinige oder höchstens nach innen eingebogene Ränder zeigen (Fig. 83*a*), Stengel verhältnismäßig dünn mit wenigen Leitbündeln versehen. Namentlich an dickeren Stengeln findet man zunächst schwächer, schließlich

aber stark oder bis zum Grunde haarfein zerteilte Blätter; die ersteren wurden als besondere Art *Sph. saxifragaefolium* (steinbrechblätterige, da manche Steinbrecharten ähnliche Blätter zeigen, z. B. *Saxifraga tridactylites*) bezeichnet. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß sie durch zahlreiche Übergänge mit den unzerteilten Blättern und auch den ganz zerschlitzten verbunden sind und es hat deswegen keinen Zweck, diesen Artnamen zu behalten. Die Abbildung zeigt solche Blätter und an demselben Zweig die fein zerschlitzten, die fast den Charakter von Asterophylliten (T. 27, 2; 28, 3), d. h. Kalamitenblättern besitzen. Eine derartige Neigung, neben den ganzen Blättern mehr oder weniger zerschlitzte zu bilden, zeigen auch andere Arten mit sonst unzerteilten Blättern, z. B. *Sph. majus*, *Sph. verticillatum*, wenn auch weniger ausgesprochen. Als Blüten dieser Art sieht man jetzt wohl allgemein die unter

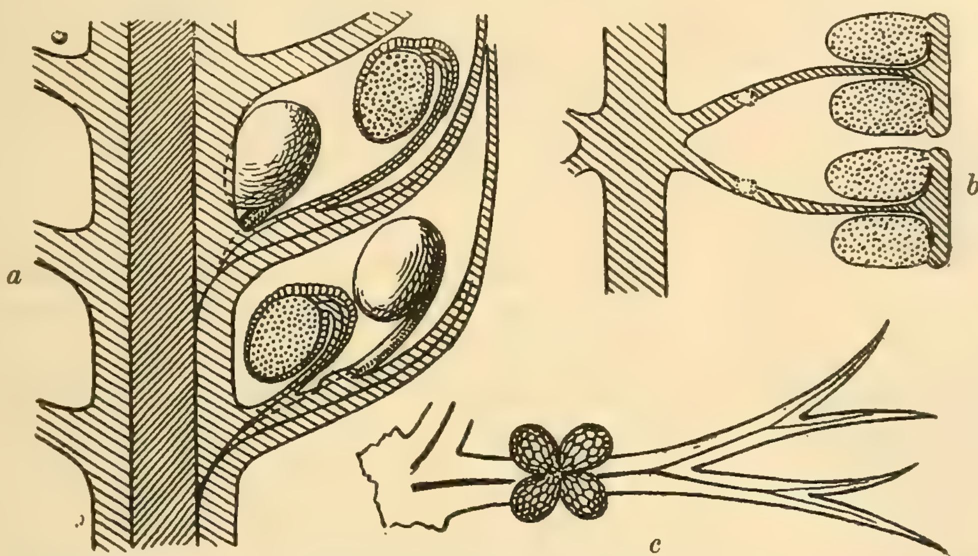


Fig. 84. Blütenschemata von *Sphenophyllum*-Arten, vergrößert. — *a Sphenophyllum Dawsoni* (zu *Sph. cuneifolium* gehörend). Die Sporangien sitzen auf Stielen („Sporangiophoren") auf den „Tragblättern". Längsschnitt. — *b Sph. fertile* Scott, Längsschnitt; der obere und untere Teil des Blütenquirls trägt Sporangien. — *c Sph. majus*, Aufsicht. Die Sporangien sitzen auf dem Blatt zu 4. Nach Zeiller, Scott, Kieston.

dem Namen *Sph. Dawsoni* Williamson aus den Torfdolomiten bekannte zapfenförmige Blüte an, deren Bauplan sehr ähnlich dem in kohliger Form bekannten *Sph. Roemeri* Solms ist (Fig. 84*a*). In der zapfenförmigen Blüte treten zahlreiche übereinanderstehende Quirle auf, bestehend aus verwachsenen einaderigen Blättern; jedes davon trägt auf der Oberseite zwei bis drei Sporangien, die an kleinen Stielchen mit Leitbündeln sitzen (Sporangiophoren). Es sind bei dieser Blüte nur einerlei Sporen bekannt. (Auf die Heterosporie, die im Gegensatz zu den heutigen Verhältnissen bei den fossilen Pteridophyten eine sehr häufige Erscheinung ist, werden wir im folgenden bei einer *Sphenophyllum*-Art, besonders aber bei den Kalamiten und Lepidophyten zu sprechen kommen.) Die Blüten des Sphenophyllen haben daher mit denen der heutigen Schachtelhalme gar keine Ähnlichkeit; die nach oben gerichteten Sporophyll-Enden verdecken nach außen das Innere vollständig, so daß in kohliger Erhaltung nur längs aufgebrochene Zapfen die Sporangien erkennen lassen, aus denen die Sporen sich mit der Mazerationsmethode sehr leicht

gewinnen lassen. Die Art ist in allen Becken verbreitet und häufig und reicht etwa im Ruhrrevier von Flöz Sonnenschein (auch noch tiefer) durch die Gas- und Gasflammkohle selbst bis in die Ibbenbürener Schichten, wird allerdings in den obersten Schichten des mittleren Oberkarbons seltener. Im oberen Oberkarbon scheint sie bereits ausgestorben zu sein.

Sph. emarginatum BRONGNIART (T. 27, 6, „ausgerandetes“ *Sph.*). Die Art wird am meisten mit der vorigen und der folgenden verwechselt, ja mit der folgenden von einigen Autoren, nach des Verfassers Ansicht aber zu Unrecht vereinigt. Größe ungefähr wie die vorige, Umriß der unzerteilten Blätter ebenfalls gleich, Zähne des Vorderrandes jedoch halbkreisförmig abgerundet, Vorderrand verhältnismäßig gerade abgeschnitten. Die Blüte ähnelt der der vorigen Art. Die Art ist geographisch ebenfalls außerordentlich weit verbreitet, meist häufig, ist aber nur in den obersten Schichten des mittleren Oberkarbons zu finden, also z. B. in Saarbrücken in der Flammkohle, im Ruhrgebiet am Piesberg und bei Ibbenbüren und anderwärts in analogen Schichten.

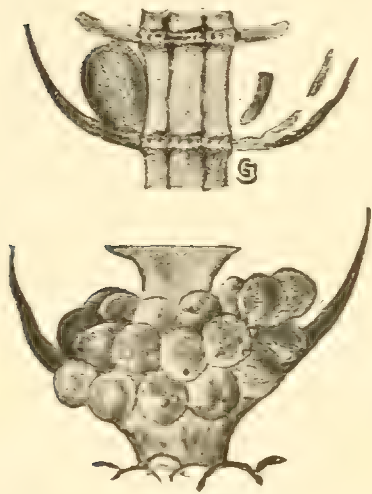


Fig. 85. Blütenquirle von *Sphenophyllum verticillatum*; oben: mit Makrosporangium (Großsporenbehälter); unten: mit Mikrosporangien (Kleinsporenbehälter). Oberes Oberkarbon (Böhmen).

Sph. verticillatum SCHLOTHEIM (das „quirlige“ Keilblatt) (T. 27, 3). Blätter von der Größe der beiden vorigen Arten, oft jedoch größer, Seitenränder gerade, Vorderrand fast immer gerundet, nicht mehr oder weniger gerade abgeschnitten, Zähnelung sehr fein, Zähnchen viel zahlreicher als bei der vorigen Art, aber ebenfalls rund. Auch bei dieser Art sind, wenn auch selten, zerschlitzte Blätter an dickeren Stengeln gefunden worden. Von den Blüten ist bemerkenswert, daß man an einem Stück Heterosporie (Macro- und Microsporen) beobachtet hat (Fig. 85); es ist dies die einzige Art der Gattung, bei der eine derartige Erscheinung beobachtet ist. Die Art ist ein wichtiges Leitfossil, da sie bisher nur im oberen Oberkarbon beobachtet ist. Besonders viel fand sie sich im Wettiner Karbon bei Halle.

Sphenophyllum oblongifolium GERMAR (T. 28, 1). Blätter sich zunächst gleichmäßig nach vorn verbreiternd, dann im letzten Drittel etwas eingezogen, vorn mit relativ großen Zähnen. Oft sind die Blätter verschieden groß, zu je zweien gleich groß, so daß bei größeren Stücken ein ähnliches Blattmosaik herauskommt wie bei *Sph. speciosum* (T. 27, 5). Nicht gerade selten im oberen Oberkarbon und Rotliegenden verbreitet.

Sphenophyllum Thoni MAHR (T. 28, 5), die größte bekannte Art und eine der letzten; an den großen, vorn franzig-gezähnten Blättern leicht kenntlich. Nur hier und da im Unter-Rotliegenden.

Sph. speciosum ROYLE sp. (T. 27, 5). An dieser Art fallen sofort die ganzrandigen Blattquirle auf, an denen je zwei Blätter gleiche Größe zeigen, die kleinsten unten. Diese „dreipaarige“ Art („*Trizygia*“ ROYLE), die mit ihrer Blattmosaik am ehesten an *Sph. oblongifolium* erinnert, kommt bei uns nicht vor, sondern nur in den älteren Gondwana-Schichten, also in der *Glossopteris*-Flora (Ost-Indien, neuerdings auch in Australien). Blüten sind nicht bekannt.

2. Equisetales, Schachtelhalmgewächse

Wie schon vorn gesagt, enthält diese Gruppe die einzige heute noch lebende Familie und Gattung der „artikulaten" Pteridophyten, die Equisetaceen oder Schachtelhalme (Fig. 82), die S. 91 schon kurz beschrieben sind. Diese Familie selbst scheint schon sehr alt zu sein, ja schon im Palaeozoikum scheint sie nicht zu fehlen, wie einzelne Funde zeigen. Die z. T. ziemlich großen Formen des Mesozoikums scheinen z. T. auch zu den Equisetaceen im heutigen Sinne zu gehören, wenn auch dies nicht vollständig sicher ist; daneben haben im Mesozoikum noch einige eigene Gruppen existiert, die sich durch besondere Merkmale auszeichneten, und schließlich haben in der älteren Gondwanaformation, von dieser örtlich in jüngere Schichten hineinragend, ebenfalls besondere Formen bestanden, die als *Schizoneura* und *Phyllotheca* bezeichnet werden und auf die ebenfalls noch kurz einzugehen sein wird.

Im Palaeozoikum schlechthin jedoch tritt eine durch besondere Größe auffallende Gruppe hervor, die Calamariaceen oder kurz Calamiten, die durch das Vorhandensein eines sekundären Dickenwachstums im Stamme, die freien (nicht verwachsenen) Blätter an den Stengelknoten und Besonderheiten des Blütenbaues von den Schachtelhalmen von heute beträchtlich abwichen, obwohl in der Organisation ihnen im ganzen glichen. Ihnen schließen sich die nahe verwandten, in der Organisation und dem Blütenbau wieder Besonderheiten zeigenden Protocalamariaceen, die besonders im Unterkarbon zu Hause sind, an. Sie werden meist als Unterfamilie der Calamariaceen angesehen, wir führen sie aber als selbständige Familie an, weil auch der Blütenbau von den Calamiten im engern Sinne sehr abweichend ist.

Es sei nun im folgenden zunächst eine kurze Übersicht über die von uns gewählte Einteilung der *Equisetales* mit Angabe der bezeichnenden Merkmale gegeben (unter Auslassung des vorn S. 91 Erörterten).

Equisetales, Schachtelhalmgewächse

a) *Equisetaceae*, Schachtelhalme im engeren Sinne. Stengel ohne sekundären Dickenzuwachs, Blätter zu einer Scheide verwachsen, Blüten in walzlichen Zapfen, nur aus (dicht-gedrängten) Sporophyllquirlen bestehend. Rezent, mesozoisch und in etwas abweichenden Formen auch palaeozoisch.

b) *Phyllothecaceae*. Pflanzen meist nicht besonders groß, wohl krautig. Anatomie? Blätter im unteren Teil scheidig verwachsen, im oberen frei; Blüten ähnlich wie bei a, aber in den Zapfen (wahrscheinlich in regelmäßigen Abständen) sterile Blattquirle eingeschaltet (Fig. 86*a*)[1]. Vorkommen: Im Permokarbon der Gondwanagebiete, auch Sibiriens (?Nord-Rußlands), in Residuen bis etwa zum Lias lokal und selten gefunden.

c) *Protocalamariaceae*, Urcalamiten. Größe oft nicht unbeträchtlich, wenn auch nicht die gewisser Calamiten erreichend; Stamm mit sekundärem Dickenwachstum; Rippen der Steinkerne über die Knotenlinien gerade durchgehend; gelegentlich größere Astnarben in manchmal regelmäßiger Verteilung

[1]) Nachdem ich in ostafrikanischem Material nunmehr eine zweite Blüte einer *Phyllotheca* beobachtet habe, die die Eigentümlichkeiten der von SCHMALHAUSEN 1879 beschriebenen Blüte von *Ph. deliquescens* GÖPP. zeigt, kann man wohl mit Recht eine allgemeine Verbreitung dieses Blütenbaus bei *Phyllotheca* annehmen, und dies ist mit ein Hauptgrund der Behandlung der *Phyllothecaceae* als selbständige Familie in diesem Buch.

auf den Knotenlinien; Blätter frei, fein, ein- bis mehrmals gabelig zerteilt; Blüten equisetumähnlich, und etwa wie bei *Phyllotheca* in gewissen Abständen von sterilen, feinblättrigen Blattquirlen unterbrochen. Vorkommen: Geographisch sehr weit verbreitet, wenn auch stellenweise selten; geologisch im Kulm, sehr selten noch etwas darüber.

d) *Calamariaceae*, Kalamiten. Zum Teil von beträchtlicher, baumförmiger Größe; Stamm mit sekundärem Dickenzuwachs; Rippen der einzelnen Stengelknoten an den Steinkernen wenigstens teilweise deutlich abwechselnd (T. 30, 1); Blätter frei, einfach, sternförmig ausgebreitet bis aufwärts gerichtet, in jedem Blatt eine Ader; Verzweigung sehr verschieden, bald fast gar keine, bald nach regelmäßigen Gesetzen; Blüten, wie man gewöhnlich sagt, aus abwechselnd aufeinander folgenden sterilen und fertilen Blattquirlen (Sporophyllen) zusammengesetzt, erstere mit ihren aufwärts gerichteten Blattenden die letzteren meist nach außen verhüllend; Sporophylle im Prinzip ähnlich denen der Equisetaceen, Blüten aber wenigstens bei einer Anzahl von Arten mit Groß- und Kleinsporen (Makro- und Mikrosporen), also heterospor.

Bei der Größe mancher der in Betracht kommenden Gewächse finden sich die einzelnen Teile fast regelmäßig allein, und man hat ihnen besondere Namen gegeben, die man der bequemen Bezeichnungsweise halber, auch nachdem die Zusammengehörigkeit erkannt worden ist, beibehalten hat. Im übrigen ist bei den z. T. sehr gut bekannten Kalamiten nur zum allergeringsten Teil der Zusammenhang bestimmter Blatt- oder Blütenformen mit bestimmten Stammformen usw. bekannt, und die Einzelnamen schon darum nicht zu entbehren; wir werden im Folgenden wie auch in andern ähnlichen Fällen bei den entsprechenden Arten die etwa bekannte Zusammengehörigkeit der einzelnen Teile besonders kennzeichnen. Im übrigen werden die Familien in der Reihenfolge aufgeführt, wie eben aufgezählt, natürlich, soweit sie auch in andern Formationen vorkommen, nur die palaeozoischen Vertreter.

a) Equisetaceae, Schachtelhalme i. e. S.

Wie schon erwähnt, sind die Spuren dieser Familie im Paläozoikum sehr dürftig; einer der besten Zeugen ist *Equisetites Hemingwayi* KIDSTON. Die vollständig equisetumartige Blüte ist seitlich an dem Knoten angeheftet, während sie bei den heutigen Schachtelhalmen meist als einzelne, terminale Blüte auftritt. Exemplare quirlig verzweigter Equiseten, bei denen die Quirläste mit Blüten endigen, mögen als Analogon dazu dienen; daß auch Terminalblüten bei der obigen karbonischen Form vorkommen, ist anzunehmen.

b) Phyllothecaceae

Einzige Gattung *Phyllotheca*. Anscheinend nur krautige, z. T. ziemlich kleine Gewächse; Blätter an jedem Stengelknoten am Grunde scheidig verwachsen, im oberen Teil frei, teils nach oben gerichtet, teils mehr sternförmig ausgebreitet. Blüten walzlich zapfenförmig, ähnlich denen von Equisetum, aber in gewissen Abständen mit dazwischen geschalteten sterilen Blattquirlen (Fig. 86 *a*) (die letztere Erscheinung tritt übrigens interessanter Weise als Abnormität auch bei Equisetum gelegentlich auf). Die Gattung kommt in unserm

europäischen und nordamerikanischen Permokarbon nicht vor, sondern nur in den mit Gondwanaflora durchsetzten Gebieten, einmal den Gondwanaländern selbst, ferner aber in Sibirien und Nordrußland, mit andern Gondwanaelementen. Die sehr wenigen mesozoischen Residuen kommen hier für uns nicht in Frage. Von *Phyllotheca* kommen auch „Marksteinkerne" (s. Calamites) vor, die wie sehr fein gerippte, kleine Kalamiten aussehen.

Phyllotheca deliquescens GÖPPERT (Fig. 86 *ab*). Blätter im unteren Teil als Scheide dem Stengel manschettenartig eng anliegend, oben frei, etwas aus-

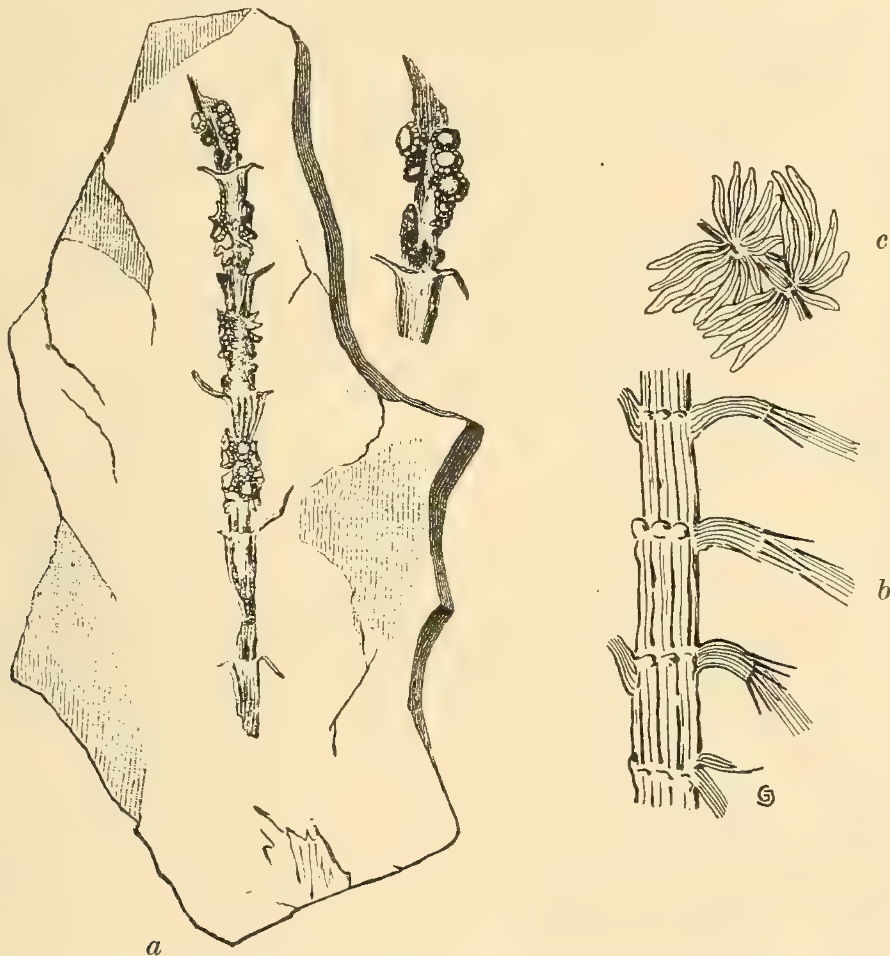


Fig. 86. *ab Phyllotheca deliquescens* GOEPPERT. *a* Blüte (s. Text), *b* Stengel mit Blattquirlen. *c Ph. robusta* FEISTMANTEL. Permokarbon der Gondwanagebiete.

einanderspreizend, diese freien Teile pfriemlich fein. Zu dieser weit verbreiteten Art wird die Blüte (Fig. 86 *a*) gerechnet. Permokarbon der Gondwanagebiete.

Phyllotheca robusta FEISTMANTEL (Fig. 86 *c*). Bei dieser Art, die bisher in Ostindien und Sibirien gefunden wurde (Kusnezk), ist der scheidig verbundene Teil nur kurz, die Blätter sind breiter und mehr wie *Annularia* ausgebreitet. Blüten unbekannt, überhaupt nur eigentlich die Blätter. Wir führen diese Art als Vertreter einer andern Gruppe der Phyllotheken an.

Phyllotheca Ralli ZEILLER, eine aus dem kleinasiatischen Karbon angegebene Form (also nicht in Gondwanagebieten), ebenfalls annulariaähnlich, halte ich für eine *Annularia* und jedenfalls für eine *Calamariacee*, zumal die Blüte rein calamariaceenartig ist (*Calamostachys*), was man nach dem obigen für *Phyllotheca* ablehnen muß. Unklar ist auch die Verwandtschaft einer aus dem französischen Permokarbon angegebenen „*Phyllotheca*" (*Ph. frondosa* GR. EURY).

Die vorigen Arten mögen als Beispiele genügen, andere Arten sind wohl bekannt, aber viel zu selten, um hier, wo die Gondwanaflora eine Nebenrolle spielt, aufgeführt zu werden (vgl. ARBER, Catalogue Glossopteris-Flora 1905, British Museum, London).

c) Protocalamariaceae, Urkalamiten

Pflanzen ziemlich groß, bis fast von der Größe kleiner Bäume vorzustellen, die dickeren Äste häufig verzweigt, z. T. sehr regelmäßig. Stamm anatomisch bekannt; um einen zentralen großen Markhohlraum ein Holzkörper mit starkem Sekundärzuwachs. Zellen des Holzkörpers meist mit runden Tüpfeln. Rippen der Marksteinkerne (kurz Steinkerne, s. über diese und deren Entstehung im folgenden bei den Kalamiten, S. 102) über die Stengelknoten gerade durchlaufend, nicht abwechselnd. Blätter fein, gabelig zerteilt (daher anfangs für *Sphenophyllum* gehalten). Blüten im Prinzip wie bei *Equisetum*, aber stellenweise mit sterilen Blattquirlen dazwischen, die ebenfalls fein zerteilt sind. Nur eine Gattung und vielleicht nur eine Art im Kulm (Unterkarbon) und sehr selten noch in den tiefsten Schichten des unteren Oberkarbons (in den Waldenburger Schichten sehr selten, häufiger (?) in den tiefsten Schichten des oberschlesischen Oberkarbons (Hultschin-Petrzkowitz).



Fig. 87. Blüte von *Asterocalamites scrobiculatus* aus dem Kulm von Niederschlesien (*„Pothocites“*) (Rothwaltersdorf).

Stämme: *Asterocalamites scrobiculatus* (SCHLOTH.) ZEILLER (= *Calamites transitionis* GOEPPERT, *Bornia radiata* BRONGN. sp., *Archaeocalamites radiatus* STUR.; T. 29, 1, 2). Der richtige, weil älteste Name ist der erstgenannte. Von den Stämmen liegen meist — außer gelegentlichen Funden von strukturzeigenden Exemplaren, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann — Steinkerne („Ausgüsse“) des Markhohlraumes vor, wie bei den Kalamiten überhaupt, deren Entstehungsweise später näher betrachtet ist. Wie bei den Kalamiten zeigen die Stämme von *A.* bald dichtere (bei den dünneren Stücken) bis breitere (bei den dickeren) Rippen oder Kannelierungen an der Oberfläche, und außerdem, die Stengelknoten bezeichnend, Querlinien, die hin und wieder mit Astnarben besetzt sind, runden Vertiefungen, die die Ursprungsstelle der Verästelungen angeben. Verzweigte Stücke selbst, mit Ästen daran, scheinen aber noch nicht gefunden zu sein. Die Verzweigung geht in immer feinere Äste und Zweige über, und die dünnsten von diesen zeigen sich in charakteristischer Weise mit feinen, mehrfach gegabelten, aufwärts gerichteten Blättern dicht besetzt, die als *Asterophyllites furcatus* GEIN. sp. bekannt sind, aber nur selten in guten Stücken gefunden werden. Dies hängt damit zusammen, daß an den Fundorten im Kulm die Pflanzen meist an zweiter Lagerstätte, also transportiert und demgemäß beschädigt vorkommen; die feinen Blätter vertragen naturgemäß einen solchen Transport am allerwenigsten.

Blüten: Nach den obigen Mitteilungen ist über die Blüten, die in Abdrücken und auch mit Struktur erhalten als große Seltenheiten gefunden sind, hier nicht mehr viel hinzuzufügen. Eine Vorstellung eines dieser Funde

gibt Fig. 87 aus dem Kulm von Niederschlesien. Die Blüten sind zwar nicht im Zusammenhang mit den Stengeln oder Blättern gefunden, jedoch besteht bei der ganzen Sachlage kaum ein Zweifel über die Zugehörigkeit zu *Asterocalamites.* Die Blüten werden meist unter dem Namen *Pothocites* aufgeführt.

Die Stämme von *Asterocalamites* oder vielmehr deren Marksteinkerne gehören zu den gewöhnlichen Pflanzenfossilien des Kulms von Europa (Nordamerika), auch in Spitzbergen vorkommend, aber auch im Unterkarbon von Gondwanagebieten fehlen sie nicht (Argentinien, ferner angeblich in Peru u. a.).

d) Calamariaceae, Kalamiten (von *calamus,* Rohr)

Die Kalamiten sind zweifellos die wichtigste, weil häufigste Gruppe der *Equisetales* im Karbon und Perm. Es ist schon vorn eine ganz kurze Charakteristik der Gruppe gegeben worden (S. 98); es muß nun bei der näheren Beschreibung der Formen zunächst aus den vorgenannten Gründen eine Trennung in Stamm-, Blatt- und Blütenreste vorgenommen werden. Die Zusammengehörigkeit etwaiger Stämme mit bestimmten Blatt- und Blütenformen ist in den allerwenigsten Fällen bekannt und wir werden auf solche etwaigen Zusammenhänge hinzuweisen haben. Eine Behandlung in der Weise, daß z. B. von einer vollständiger bekannten Art die ganze Pflanze mit ihren Einzelorganen zusammen behandelt wird, ist bei der Sachlage, wenn nicht unmöglich, so doch mindestens unpraktisch, da dann die Stoffdisposition sehr ungleichmäßig werden würde.

α) Stammreste. Sie finden sich von den Kalamiten am häufigsten, und in zahlloser Menge kommen sie in kohliger Erhaltung in den Steinkohlenschiefern und auch den Sandsteinen des Karbons vor. Aber nicht nur in kohliger Erhaltung, sondern auch mit Struktur sind die Stämme und Äste, z. T. auch Blätter und Blüten, wohlbekannt, so daß diese Familie mit zu den am vollständigsten bekannten Steinkohlenpflanzen gehört. Da zum Verständnis der kohlig erhaltenen Stämme eine Kenntnis der Struktur bis auf gewisse Einzelheiten nötig ist, so beginnen wir mit einer kurzen Erläuterung der Struktur der Stämme. Die echt versteinerten Materialien, denen wir die Kenntnisse darüber verdanken, sind z. T. in den Dolomitknollen enthalten, z. T. aber auch in echt versteinertem Material aus der Kulmformation und den Kieselpflanzen des Rotliegenden und des Permokarbons überhaupt, z. B. aus dem Kulm von Saalfeld in Thüringen, dem Unterkarbon von Burntisland und Fifeshire (Schottland); die Rotliegendformen usw. kommen oder kamen besonders in dem Rotliegenden von Chemnitz (Sachsen), dem Permokarbon von Autun (Frankreich) und Grand Croix, ferner in Böhmen u. a. vor.

Stammstruktur von *Calamites* (Steinkernbildung)

Die Stammstruktur der Kalamarien zeigt im Prinzip eine ähnliche Organisation wie die der lebenden Equiseten. In Fig. 88 ist ein Querschnitt durch einen *Equisetum*-Stengel abgebildet. Im Zentrum befindet sich ein Mark, das meist bald beim Wachstum verschwindet und einem Hohlraum im Zentrum Platz macht. Im Kreise herum außerhalb der Rinde bemerkt man dann eine große Anzahl von Leitbündeln, den nahrungsleitenden Strängen, im Querschnitt rund bis elliptisch, die Längsachse radial gestellt. An der Innenseite sieht man am Grunde jedes Leitbündels einen Kanal, der dem Leitbündel,

speziell dessen Holzteil (Xylem, wasserleitender Teil) der ganzen Länge nach folgt. Es folgt dann — namentlich bei den Wasser oder Sumpf bewohnenden Arten — ein Kranz weiterer Kanäle, wie sie bei Wasser- und Sumpfpflanzen in der einen oder anderen Form die Regel sind („lakunöses", Luftkanäle führendes Gewebe). In der Rinde zeigt sich außen unter der Oberhaut des Stengels eine Anhäufung, eine Unterlegung mit starken Bastlagen und Baststrängen, die dem Stengel die Standfestigkeit verleihen und deshalb nach dem Prinzip der hohlen Säule in die Randzone verlegt sind.

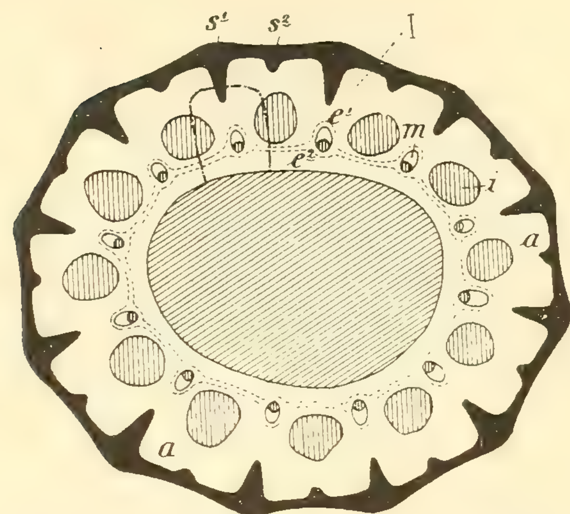


Fig. 88. Querschnitt durch einen *Equisetum*-Stengel, ca. 10 × vergr., schematisch. *s* = dickzelliges Skelettgewebe (Sklerenchym) am Außenrand. *a* = Grundparenchym, bei *a* usw. große Luftkanäle (schraffiert). e^1 Leitbündel, e_2 Kanal an der Innenseite der Leitbündel, die rings zwischen den großen Luftkanälen liegen.

Betrachtet man einen jungen Kalamitenstengel im Querschnitt, so bemerkt man eine ganz ähnliche Struktur; im Zentrum den Markhohlraum, darum in dem „Grundgewebe" den Kranz der Leitbündel ebenfalls mit einem Kanal an der Innenseite jedes Leitbündels; in der Rinde, wenn diese erhalten ist, noch große Luftkanäle. Aber schon bei wenig älteren Stengeln ändert sich das Bild. Man sieht, wie die Einzelleitbündel nach außen hin in die Dicke wachsen, indem von einem außen gelegenen, Zellen erzeugenden „Bildungsgewebe" (Kambium) Zellen an die ursprünglich vorhandenen des Leitbündelxylems angelagert werden, so daß bei weiterem Wachstum ein Bild wie Fig. 89, 90 entsteht. Es ist ein sekundäres oder nachträgliches Dickenwachstum vorhanden, ähnlich wie bei unseren Nadel- und Laubbäumen. Auch hier verwischt das spätere Dickenwachstum die ursprünglich einzeln angelegten Leitbündel. Bei den Calamiten bleiben sie meist noch mehr kenntlich durch die keilförmigen Vorsprünge in das Mark oder gegen den Markhohlraum zu. Das sekundäre Dickenwachstum fehlt den heutigen Equiseten ganz oder so gut wie ganz.

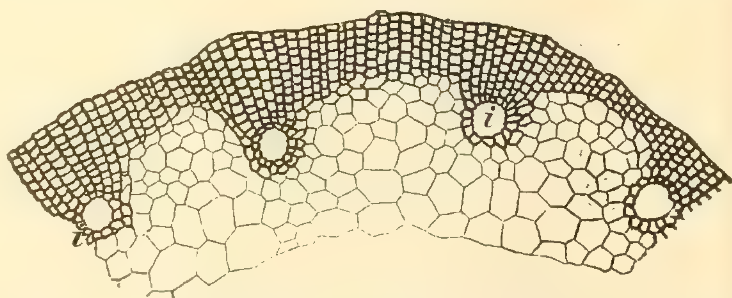


Fig. 89. *Calamites*-Stengel, Teil des Querschnitts. Innen (Mark-)Hohlraum; Reste des zartzelligen Marks noch vorhanden. Außen der Holzteil mit noch schwachem Dickenzuwachs. An den nach innen vorspringenden Teilen desselben (Primärholzteil) je ein Kanal (*i*), an derselben Stelle wie bei den Leitbündeln von *Equisetum* (Fig. 88).

Sieht man zu, wie bei den Equiseten die einzelnen Leitbündel, die sich auf einem dickeren getrockneten Stengel außen deutlich als Rippen markieren, sich an den Stengelknoten verhalten, wie sich also die Leitbündel oder „Rippen" der einzelnen Stengelglieder übereinander verhalten, so bemerkt man, daß diese sich nicht einfach in gerader Linie fortsetzen, sondern daß sie

„abwechseln“, indem die überstehenden in die Lücken der unteren und oberen passen. Die Stränge gabeln sich in den Knoten, die Verbindung mit den Strängen der oberen und unteren Stengelglieder erfolgt durch Gabelung der Bündel am oberen Ende; in den Wurzeln der Gabelungen nehmen die „Adern“, die Blattspuren der Blätter, die die Scheide bilden, ihren Ursprung. Auch bei den Kalamiten wechseln die Leitbündel beim Übertritt von einem Stengelglied ins andere in ähnlicher Weise ab.

Was sich nun von den Kalamitenstämmen erhalten findet, sind meist nicht die Stämme selbst, sondern die Ausfüllungen des Markhohlraums, der einen beträchtlichen Teil des Stammquerschnitts einnahm. Solche Hohlräume, gleich, ob sie wie hier primär vorhanden sind oder ob sie durch Herausfaulen infolge leicht zerstörbarer Gewebe sich sekundär bilden, geben bei den fossilen Stämmen leicht Veranlassung zur Bildung solcher „Ausfüllungen“ oder Ausgüsse, deren Material später erhärtend, dann als Steinkern im Gestein sich zeigt. Bei den Kalamiten spricht man der Entstehung gemäß von Marksteinkernen, von denen schon vorn S. 100 die Rede war.

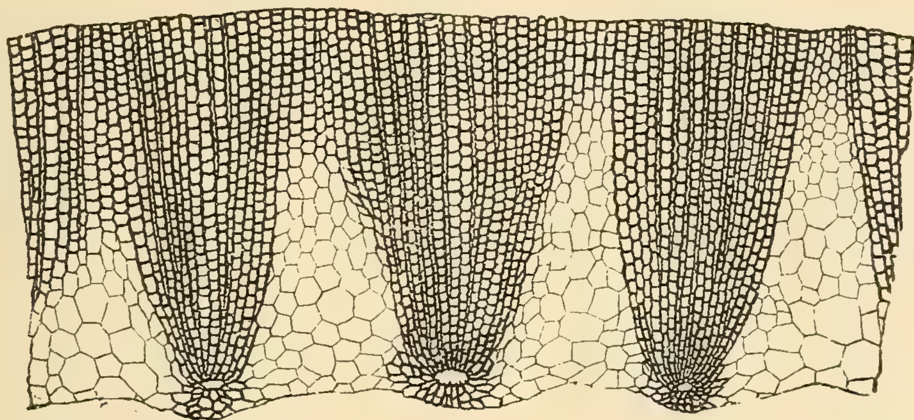


Fig. 90. Querschnitt durch einen *Calamites*-Stamm mit bereits stärkerem Dickenzuwachs. Sonst wie Fig. 89.

Um diese Marksteinkerne sitzt oft eine mehr oder weniger dicke „Kohlenrinde“ herum, die die Pflanzensubstanz des Stammes in kohliger Form darstellt, je nach den Arten und der Konservierung verschieden dick. Die Skulpturen der Kalamitenstämme, insbesondere die Längsrippen, auch die Knotenlinien (Nodiallinien) werden von den Marksteinkernen getragen und drücken sich meist, wenn die „Kohlenrinde“ nicht zu dick ist, auch nach außen durch. Die Furchen der Marksteinkerne bei den Kalamiten rühren her von den keilförmig nach innen vorspringenden Teilen des Holzkörpers (Fig. 90); die Rippen selbst entsprechen dem Zwischenraum zwischen je zwei Holzkeilen, das dazwischen liegende zartere Gewebe drückt sich stärker zusammen als die härteren Holzelemente. Das Abwechseln der Rippen auf den Marksteinkernen rührt her von dem oben geschilderten Leitbündelverlauf bei den Stämmen (T. 30, 1). Man muß also bei dem Betrachten der Kalamitenstämme im Auge behalten, daß man nicht die Stammoberfläche, sondern meist die Marksteinkerne vor sich hat. Die Oberfläche ist oft ganz ungerippt, glatt, wie man

besonders gut an isolierten Häuten solcher Stämme sieht, die oft nicht einmal leicht zu erkennen sind und wohl mit dem Namen *Calamophloios* bezeichnet werden.

Nicht bei allen Kalamitensteinkernen findet ein Abwechseln der Rippen statt; vielmehr gehen diese — infolge einer anderen Organisation des Leitbündelverlaufs — bei den Protocalamariaceen (*Asterocalamites*), wie wir S. 100 sahen, gerade durch. Daneben gibt es aber, namentlich in den tieferen Schichten des Karbons noch einige, die mehr oder weniger beides zeigen und, wenn man will, eine Art Übergang zwischen den älteren Asterokalamiten und den eigentlichen Kalamiten vermitteln.

Systematik der Kalamitenstämme.

Bei der oben berührten Sachlage bieten die Kalamitenstämme nicht viel Merkmale, die eine Einteilung in Gattungen und Arten erlauben, zumal ja auch Außenseite und Steinkerne so verschieden aussehen. Man muß, da ja auch wegen mangelnder Kenntnis des Zusammenhangs der Blüten-, Stammreste usw. von einer natürlichen Systematik keine Rede sein kann, zu einer künstlichen greifen, die sich im wesentlichen auf die Art der Verzweigung stützt. Man muß auch hier aber gleich sagen, daß einige Formen wie *Calamites undulatus*, sich in diese Gruppierung nur sehr schlecht einpassen, indes ist sie noch die beste, die bisher gefunden worden ist. Die Kalamiten zeigen nämlich z. T. so gut wie gar keine Verzweigung, z. T. eine solche von mathematischer Regelmäßigkeit, während bei andern Verzweigung zwar zu konstatieren ist, von Regelmäßigkeit aber keine Rede sein kann. Man sieht nun keineswegs immer oder vielmehr nur selten noch die Zweige selbst an den Stämmen ansitzen; diese sind, wie meist, abgefallen, hinterlassen dann aber charakteristische, bald größere, bald kleinere Narben, meist in Form kleiner Vertiefungen, auf den Steinkernen; vielfach sieht man nach den Narbenstellen hin die Rippenfurchen, also die Leitbündel, zusammenlaufen, da der Ast an der Basis oft schmäler als weiter oben ist.

Man teilt nun die Kalamiten in Untergruppen ein, die besondere Namen bekommen haben; als Gattungsnamen sind sie aber nicht gebräuchlich, vielmehr wird allgemein als Gattungsname nur *Calamites* gebraucht.

Gesamtgattung: *Calamites.*

a) Untergruppe: *Stylocalamites* WEISS. Verzweigung fehlend, selten oder ganz unregelmäßig.

b) Untergruppe: *Eucalamites* WEISS. Verzweigung, bezw. Astnarben regelmäßig in bestimmter Anordnung vorhanden.

1. Gruppe des *Calamites Goepperti.* Astnarben an einem Stengelknoten, gedrängt; nach einer bestimmten Anzahl von Gliedern wieder ein solcher Knoten mit Astnarben, die übrigen astlos, aber mit feinen Blättern (diese selten sichtbar).
2. Gruppe des *Calamites carinatus* STERNB. (*C. ramosus* ARTIS). An jedem Glied gegenüberstehend zwei Äste; übereinanderstehende Astpaare abwechselnd („dekussiert").
3. Gruppe des *Calamites cruciatus* STERNB. An jedem Stengelglied getrennt stehende Astnarben, die übereinanderstehenden abwechselnd („Quincunx", :·:).

A. Untergruppe *Stylocalamites* („Säulenkalamiten")

Calamites Suckowi BRONGN. ist vielleicht der häufigste und verbreitetste Kalamit (T. 30, 1, 3). Kohlenschicht meist sehr dünn. Internodien (Stengelglieder) meist viel breiter als hoch, Rippen bei einigermaßen alten Stücken unten und oben abgerundet, flach, Infranodalnarben (Narben unter den Knoten, T. 30, 1) meist groß. Astmale als Kennzeichen von Verzweigungen kaum bekannt. Abzweigungen wesentlich nur von Rhizomstücken bekannt, an denen gelegentlich Stammstücke noch ansitzen, die mit verschmälerter Basis (vergl. T. 30, 3) auf die Knotenlinien zulaufen. Die Rhizome selber zeigen außer den Infranodalnarben darüber noch kleine Punkte, von abgefallenen Wurzeln herrührend. An letzterem Merkmal sind die Rhizome auch bei schmalrippigen Stücken gut zu erkennen. Gemein im mittleren Oberkarbon, nach unten und oben seltener werdend, aber auch im Kulm (?) und wohl noch im Rotliegenden nicht unbekannt.

Calamites Cisti BRONGN. Stengelglieder meist höher als breit; Rippen sehr schmal, aber gut hervortretend. Infranodalnarben als längliche Knötchen deutlich. Häufiger Kalamit des mittleren Oberkarbons mit im übrigen ähnlichem Vorkommen wie der vorige.

Calamites undulatus STERNBERG. Eine sehr variable Art mit meist dünner Kohlenrinde, in einigermaßen großen Stücken an *Calamites Suckowi* erinnernd, aber mit spitzen Rippenenden und kaum hervortretenden Infranodalnarben. Rippen außerdem mit sehr feiner gekreuzter Schraffur, von dem Zellenverlauf herrührend, außerdem oft vielfach längs geknickt (unduliert). Dieser Kalamit nimmt eine Mittelstellung zwischen den Stylokalamiten und Eukalamiten ein, insofern bei ihm Verzweigung in Form von rundlichen Artnarben öfter auf den Knoten zu beobachten ist, die bald einzeln, bald gehäuft oder mehr oder weniger periodisch auftreten. Häufig im mittleren Oberkarbon, auch etwas tiefer und höher.

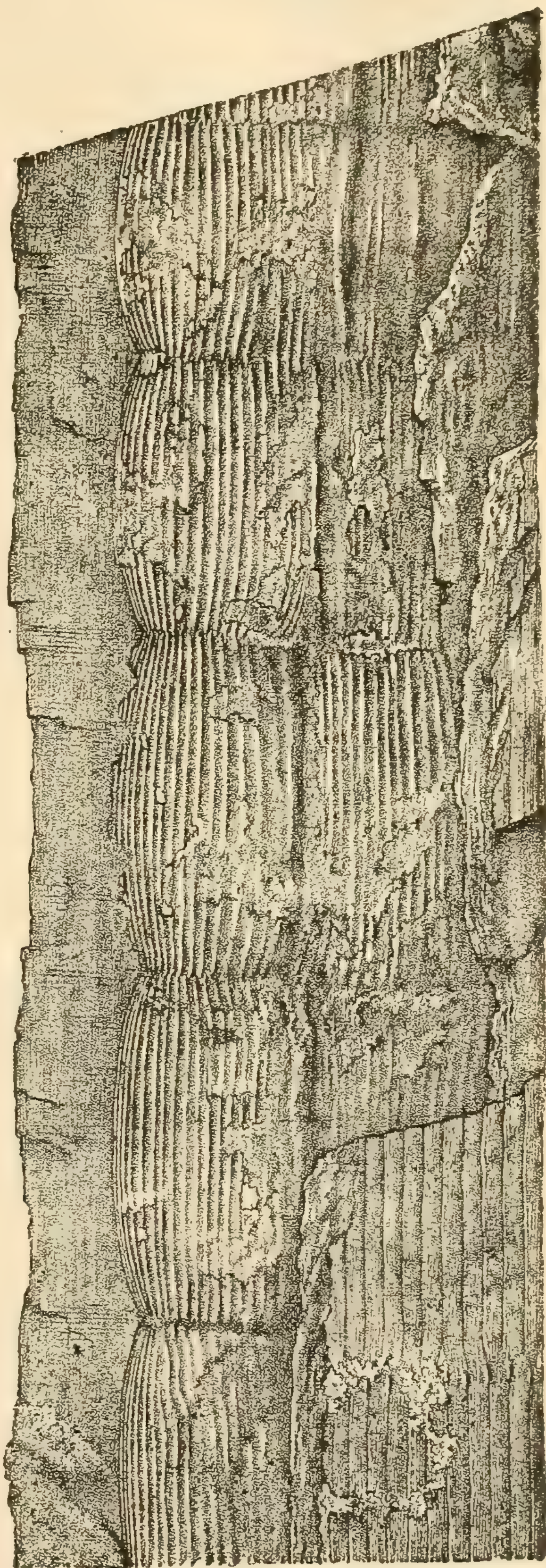


Fig. 91. *Calamites schützeiformis* KIDSTON und JONGMANS. Links der Holzteil, in der Mitte der Markkörper mit tonnenförmigen Internodien (Gliedern). Die Außenskulptur rechts unten angedeutet. Mittl. Oberkarbon.

Calamites gigas BRONGN. ist wiederum ein typischer Stylokalamit von oft beträchtlicher Größe. Die Marksteinkerne sind oft sehr dick, die Internodien viel kürzer als breit; die Rippen sehr breit, stark gewölbt, oben und unten langspitzig. Die Nodiallinie (Knotenlinie) zickzackförmig mit oft ungleich langen Zacken. Am letzteren Merkmal ist der Kalamit meist leicht zu erkennen, was nicht unwichtig ist, da er ein, wenn auch nicht gerade häufiges, Leitfossil des Rotliegenden ist.

Calamites distachyus STERNBERG (*Calamites arborescens* WEISS) ist ein ziemlich vollständig bekannter Kalamit, indem zu ihm auch Blüten bekannt sind, deren nähere Struktur auf den *Palaeostachya*-Typus hinzuweisen scheint. Die Internodien sind hier kurz, höchstens so lang als breit, die Rippen schmal, die ganzen Internodien ziemlich flach und mit dünner Kohlenschicht.

Calamites schützeiformis KIDSTON und JONGMANS und einige verwandte besitzen Internodien, die zum Teil länger als breit, zum Teil kürzer als breit, und am Außenrande konvex erscheinen, so daß die einzelnen Internodien mehr tonnenförmig sind. Die Holzsubstanz dieser Kalamiten muß ziemlich dick gewesen sein, da der eben charakterisierte Marksteinkern beiderseits fast immer eine ziemlich breite Zone mehr oder weniger glatter Struktur zeigt, die mit einem dicken Holzkörper in Verbindung stehen muß, der außerdem bei diesen Kalamitenarten oft eine beträchtlich dicke Kohlenrinde hinterlassen hat. Die Fig. 91 stellt ein Exemplar davon dar, allerdings nicht in kohligem, sondern in echt versteintem Zustand.

Eucalamites WEISS

Gruppe des *Calamites cruciatus* BRONGN. (Kreuzkalamiten). Zu dieser Gruppe gehören eine Anzahl durch besondere Merkmale unterschiedene Kalamiten mit Stengelgliedern, die meist breiter als hoch sind und bei denen die Verzweigung sich zu erkennen gibt in der Anwesenheit von Astnarben auf jeder Knotenlinie, die mit denen der über bezw. unterstehenden Knotenlinie alternieren, so daß je 5 in der Stellung der Würfel :·: stehen (Quincunxstellung, Fig. 92). Sie Astnarben sind schüsselförmig, und auch in dem Falle, wo sie weniger hervortreten, daran zu erkennen, daß an ihrer Stelle bei den Marksteinkernen die Leitbündel auf einen Punkt zusammenlaufen. Das letztere Merkmal ist überhaupt nützlich zu wissen, da auch bei anderen mehr oder weniger regelmäßig verzweigten Kalamiten ein Zusammenlaufen mehrerer Rippen auf einen Punkt zu erkennen ist (vergl. z. B. T. 30, 2 bei k), und aus diesem Umstande, auch wenn die Außenseite nicht vorliegt, auch das Vorhandensein von Astnarben und Ästen geschlossen werden kann. Die Zahl der Astnarben pro Quirl ist verschieden (etwa 3 bis 10), und man hat versucht, nach ihrer Zahl verschiedene Arten zu unterscheiden, was mehr als Rubrizierung von Einzelstücken zu bewerten ist. Es sind von dieser Gruppe meist Steinkerne bekannt, die aber oft von einer beträchtlichen Kohlenschicht bedeckt bezw. umgeben sind. Wir besprechen im folgenden nur wenige Arten, da viele Formen dieser Gruppe, so interessant sie sind, zu selten sind.

Calamites cruciatus STERNBERG (Fig. 92). Die im vorigen gegebene Gruppendiagnose paßt speziell auf diese Hauptart, die sich in gewissen Stein-

kohlenbecken mit höheren Schichten der Steinkohlenformation häufiger findet, in Deutschland am häufigsten im Saarbrücker Karbon. Ihr Vorkommen ist auf die hohen Schichten des mittleren Oberkarbons und das obere Oberkarbon

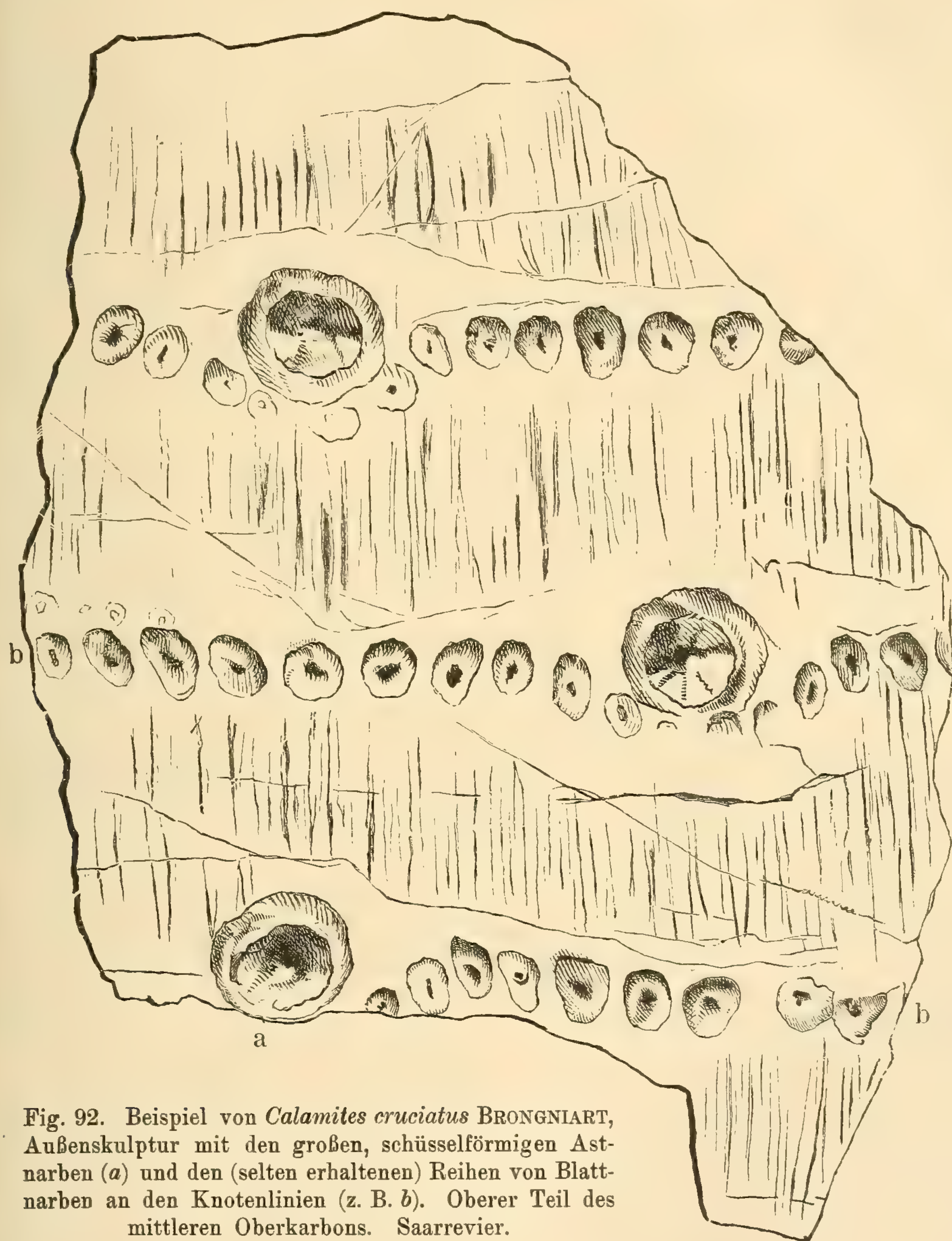


Fig. 92. Beispiel von *Calamites cruciatus* Brongniart, Außenskulptur mit den großen, schüsselförmigen Astnarben (*a*) und den (selten erhaltenen) Reihen von Blattnarben an den Knotenlinien (z. B. *b*). Oberer Teil des mittleren Oberkarbons. Saarrevier.

beschränkt. Die Figur stellt eine seltenere Form (mit Außenskulptur) mit Blattnarben und Astnarben dar; meist sind nur die letzteren sichtbar.

Calamites „congenius“ Grand' Eury. Diese Form repräsentiert vielleicht auch mehrere Arten, auf die im einzelnen hier nicht weiter eingegangen werden soll. Die unterscheiden sich von der vorigen Hauptart besonders

dadurch, daß an den Knotenlinien zu beiden Seiten derselben und parallel mit ihnen manschettenartige Wülste auftreten, die auch bei bloßer Erhaltung von Marksteinkernen meist noch gut zu beobachten sind. Diese Formen kommen anscheinend nur im oberen Oberkarbon und im Rotliegenden vor, sind also gute Leitfossilien.

Wie erwähnt, sind nur selten Oberflächenstücke, d. h. Stücke mit gut erhaltener Skulptur der Außenfläche der Kalamiten, erhalten. Fig. 92 zeigt ein solches, das außer den Astnarben an der bekannten Stelle noch kleinere Narben an den Knotenlinien erkennen läßt, die offenbar von abgefallenen Blättern herrühren. Bei manchen Arten (*C. discifer* WEISS) kommen sehr große Astnarben in regelmäßiger Kreuzstellung vor, aber nicht auf allen Nodiallinien. Diese seltenen Formen sind im mittleren Oberkarbon gefunden worden. Obwohl ein Zusammenhang durch unzweifelhafte Funde nicht erwiesen ist, ist es schon wegen des geologischen Vorkommens ziemlich sicher, daß zu den geologisch jüngeren Kalamiten dieser Gruppe als Beblätterung *Annularia stellata* und als Blüte der dazu gehörige *Calamostachys tuberculatus* gehört.

Gruppe des *Calamites ramosus* ARTIS. Glieder meist viel länger als breit, Steinkerne dünn, Rippen wenig hervortretend, Kohlenschicht schwach. Jeder Knoten meist mit zwei gegenständigen großen Astmalen von Schüsselform, nach deren Zentrum die Rippen zusammenlaufen. Bei diesen Kalamiten sitzen die Äste oft noch an. Von längeren Stücken weiß man, daß die Äste an übereinanderstehenden Knotenlinien alternierten, so daß eine „dekussierte" Verzweigung der Pflanze herauskommt.

Calamites carinatus STERNBERG (*Calamites ramosus* ARTIS [T. 31, 3]). Es ist wohl der einzige Kalamit, der in allen Teilen bekannt ist: verzweigte Stämme, Blätter (*Annularia ramosa* bezw. *radiata*) und auffallend kleine Blüten: *Calamostachys ramosus* WEISS sind bekannt. Nicht selten im mittleren Oberkarbon.

Calamites paleaceus STUR. Ähnelt im großen und ganzen, was die Stämme anbetrifft, dem vorigen, unterscheidet sich jedoch, wie sein Name andeutet, durch das Vorhandensein einer rauhschuppigen Oberfläche, deren Vorhandensein meist auch, wenn nur ein Marksteinkern erhalten ist, in Form von Punktierung oder unregelmäßigen Strichelung sichtbar ist. Auch die Haut (Epidermis) des Stammes findet sich von diesen Kalamiten, wie auch von anderen Arten der Eukalamitengruppe gelegentlich gesondert erhalten. Bei den Astnarben gehen die Rippchen nicht bis zum Zentrum, sondern dieses bleibt frei; die Beblätterung ist ganz abweichend von dem vorigen und entspricht etwa *Asterophyllites grandis*. Auch die Blüte ist bekannt, sie stellt einen sehr abweichenden Typus dar. Vorkommen mehr oder weniger selten im mittleren Oberkarbon. Mit dieser Art verwandt sind noch einige Formen, die durch weniger wichtige Merkmale davon unterschieden werden.

Calamites ramifer STUR. Astnarben bedeutend kleiner, Stengelglieder ebenfalls sehr lang, Rippen zum Teil durchgehend (nicht alternierend); er ist eine Art des tiefsten Oberkarbons und in den meisten Kohlenbecken außerordentlich selten.

(Hinzugefügt sei noch, daß auch bei *Asterocalamites* (S. 100) gelegentlich eine regelmäßige Verteilung der Astnarben, besonders nach dem *Cruciatus*-Typ, zu beobachten ist.)

Gruppe *Calamophyllites* GRAND' EURY (*Calamitina* WEISS). Astabgänge (meist zu vielen nebeneinander) an bestimmten Knotenlinien auftretend, dazwischen astlose Glieder, an denen jedoch Blätter ansaßen, von länglich pfriemenförmiger Gestalt. Bezweigung also regelmäßig periodisch.

Calamites Göpperti ETTINGSHAUSEN). Glieder ungefähr gleich groß. Das unterste kleinste Glied jeder Periode (5—10 Glieder) trägt die Astnarben. Von den Kalamiten dieser Verwandtschaft ist die Außenskulptur ziemlich häufig erhalten, und dann erscheinen die Astnarben in Form von runden dicht gedrängten, nebeneinander stehenden, etwa gleich großen Wülsten, während die astfreien Knotenlinien kleine, quergestreckte Narben zeigen, an denen ehedem die genannten pfriemförmigen Blätter ansaßen, zuweilen noch ansitzen (vgl. Fig. 93, 96 und die folgende Art).



Fig. 93. Schema von *Calamites Goepperti* ETTINGSHAUSEN. An den niedrigsten Gliedern sind die Astnarbenzeilen angedeutet; zwei Perioden von Gliedern sind sichtbar. Mittl. Oberkarbon. Vgl. im übrigen die folgende Figur.

Fast ebenso häufig wie mit Außenskulptur sind die Stämme als Marksteinkerne erhalten, an denen man dann die Astnarben tragenden Glieder, sei es an ihrer Kleinheit, sei es an dem oben erwähnten Merkmal der auf einen Punkt zusammenlaufenden Rippen, erkennt. Derartige Steinkerne sind unter dem Sammelnamen *Calamites varians* STERNBERG bekannt, welchen Namen sie besonders bei der folgenden Art verdienen (T. 30, 2 bei k). Es sei jedoch hier bemerkt, daß derartige *Varians*-Steinkerne auch wohl zu ganz anderen Kalamitenarten, nämlich zu *Calamites undulatus* gehören können, der, wenn auch mehr zufällig, manchmal ebenfalls eine periodische Bezweigung an einzelnen Stengeln erkennen läßt. Bei derartigen Marksteinkernen sind die Rippen meist ziemlich deutlich, bei Exemplaren mit Oberflächenskulptur dagegen oft unsichtbar, was mit der Dicke der Kohlenschicht zusammenhängt. Die Art ist nicht selten im mittleren Oberkarbon.

Calamites Sachsei STUR steht der vorigen Art nahe, wird aber von ihr durch periodisch an Länge ab- und zunehmende Glieder (4—5 [Fig. 94]) unterschieden und durch die Form der Astnarben, die bei dieser Art mehr abgeplattet sein sollen. Im übrigen gilt von ihr das bei der vorigen Art Gesagte, von der sie möglicherweise in Wirklichkeit nicht verschieden gewesen sein mag. Zu dieser Art gehören Blütenreste vom *Macrostachya*-Typus. Das Vorkommen ist dasselbe wie bei der vorigen Art.

Calamites Ostraviensis STUR wird gewöhnlich in dieser Gruppe erwähnt, obwohl eine natürliche Verwandtschaft, wie sie zwischen den beiden vorigen Arten zweifellos besteht, nicht erwiesen ist. Der Grund dafür ist die Verzweigung, indem dieser Kalamit Astnarben trägt, die je am dritten Glied

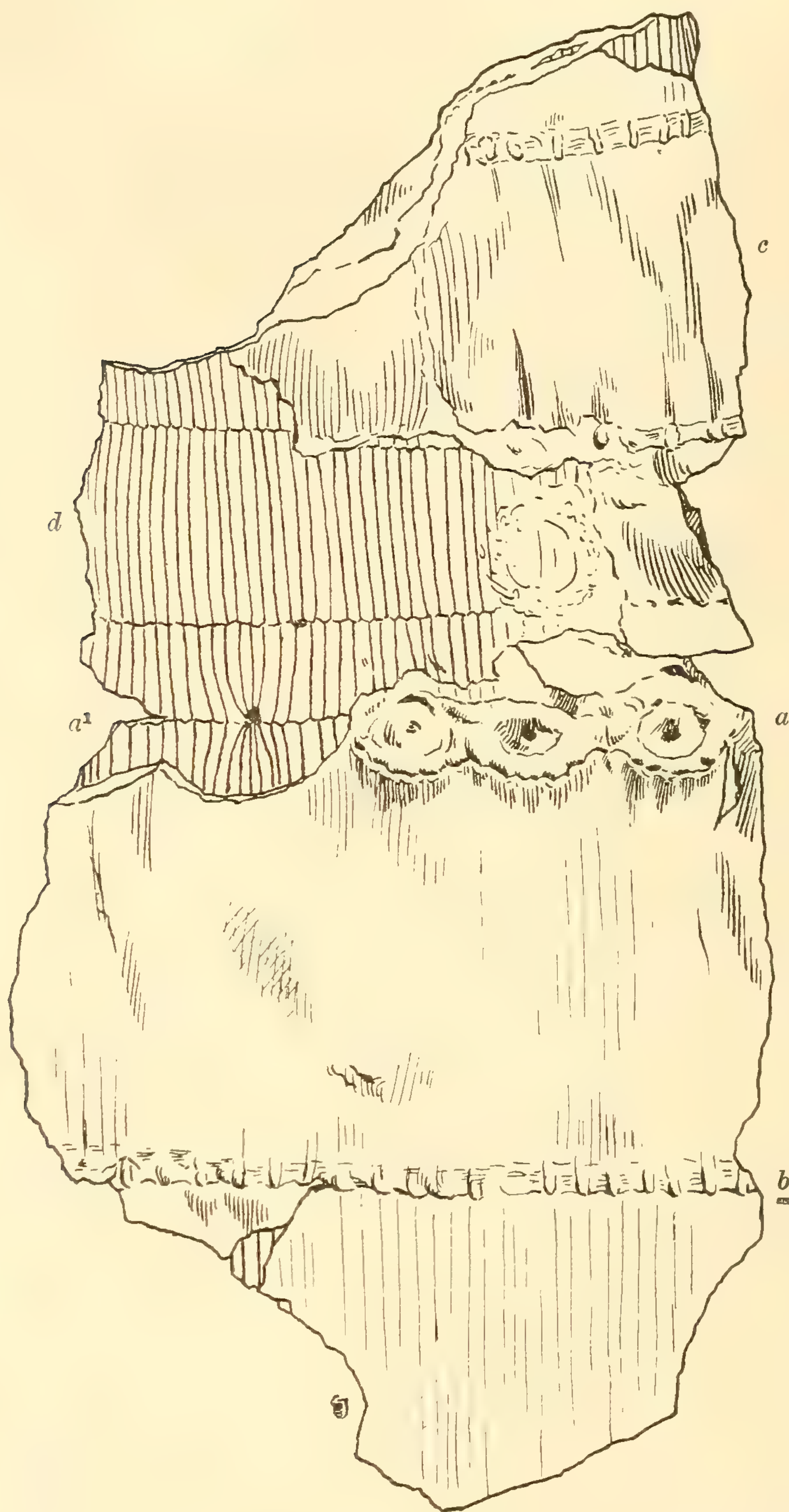


Fig. 94. *Calamites Sachsei* Stur, nahe verwandt mit *C. Goepperti* Ett. Bei *a*, dem kürzesten Glied, die Astnarbenzeilen; bei *b* Blattnarbenzeile. Zwischen *a* und *b* und oben bei *c* ist die Außenskulptur sichtbar; bei *d* die Skulptur des Marksteinkerns mit Rippung; bei a^1, der Astnarbenzeile, markiert sich die Stelle der Astnarbe durch zusammenlaufende Rippen (Leitbündel). Mittl. Oberkarbon.

verteilt sind. Die Rippen zeigen teils Alternanz, teils gehen sie über die Knotenlinien gerade durch und zeigen in dieser Hinsicht wie der oben genannte *Calamites ramifer* einige Hinneigung zu dem Verhalten der Rippen von *Asterocalamites.*

Eine große Anzahl von Kalamitensteinkernen des unteren Oberkarbons und auch noch der unteren Schichten des mittleren Oberkarbons (z. B. untere Magerkohle und Flözleeres des Ruhrreviers) zeigen diese Eigentümlichkeit, nämlich daß ein Teil der Rippen das Verhalten von *Asterocalamites* zeigt, ein anderer Teil dagegen alterniert. Außer den eben genannten Formen gehören dazu noch eine Reihe anderer, deren artgemäße Fixierung noch nicht geschehen ist und auch zum Teil recht schwierig sein dürfte. Interessant ist das Vorkommen dieser Formen in bezug auf das Verhältnis von *Asterocalamites* zu den gewöhnlichen Kalamiten mit alternierenden Rippen. Sowohl ihrem Äußeren wie auch dem geologischen Alter nach bilden sie eine Art

Zwischenstufe zwischen beiden Formen. Von solchen nennen wir hier noch eine im übrigen an sehr breitrippige Formen von *Calamites Suckowi* erinnernde Art des unteren Oberkarbons *Calamites Haueri* STUR. Die Art ist seltener, kommt nur im unteren Oberkarbon vor.

Kalamitenrhizome und -wurzeln. Bei den Marksteinkernen ist es besonders bei den Formen, die keine regelmäßige Verzweigung erkennen lassen, oft nicht leicht zu sagen, ob man Luftsprosse (Stämme) oder Rhizome (Wurzelstöcke) vor sich hat. In einigen Fällen sitzen die Wurzeln noch den Rhizomen selber an (T. 31, 3) und bei einiger Überlegung und einiger Übung sind dieselben selbst bei gänzlich unverzweigten Formen von *Calamites Suckowi* zu erkennen, wovon schon bei dieser Art die Rede war. Anatomisch sind die Rhizome sehr wohl bekannt, sie ähneln im ganzen den Stämmen, das Mark zeigt sich bei ihnen oft in größerem Maßstabe erhalten als im Stamme. Im Primärteil des Sekundärholzes fehlen aber die Innenkanäle (Karinalkanäle) und außerdem zeigt sich öfter deutliches „Zentripetalholz“, d. h. Absonderung einer kleinen Partie von Sekundärholz nach innen. Diese Verhältnisse sind natürlich nur bei strukturzeigenden Stücken sichtbar. Die Rinde ist, wenn erhalten, außerordentlich lakunös. Bei kleineren Wurzeln ist typische Wurzelstruktur vorhanden. Es fehlt ein Mark und eine doppelte Schutzscheide ist vorhanden, wie bei den heutigen Schachtelhalmen. Diese Wurzeln sind unter dem Namen *Astromyelon* WILLIAMSON („Sternmark“) bekannt und haben ihren Namen, wie die Fig. 95 zeigt, von der sternförmigen Struktur, die durch das Vorhandensein einer großen Menge von Gewebslücken, Kanälen hervorgerufen wird. Die Lakunosität der Rinde und der Wurzeln weist mit Bestimmtheit auf einen sumpfigen Standpunkt und Wachstumsbedingungen der Kalamiten hin, die auf den Steinkohlenlandschaften als Röhrichtgewächse dargestellt werden, was ja das Gros ihrer heutigen Verwandten, die Schachtelhalme, heute noch ist. Die Wurzeln der Kalamiten sind in Form von Abdrücken, in kohliger Erhaltung, ebenfalls sehr gut bekannt und unter dem Namen *Pinnularia* und *Myriophyllites* beschrieben. Die Pinnularien sind gefiederte und mehr oder weniger zweizeilig „behaarte“ Wurzeln und dieser Typ hat wohl nicht nur zu Kalamiten gehört; die Myriophylliten (wegen der Ähnlichkeit mit unserem im Wasser lebenden *Myriophyllum*, Tausendblatt so genannt) gehören dagegen sämtlich zu den Kalamiten. Es sind Wurzeln mit zahlreichen feinen verzweigten Anhängseln ringsherum, deren Anheftungsstellen auf der Oberfläche in Form einer groben

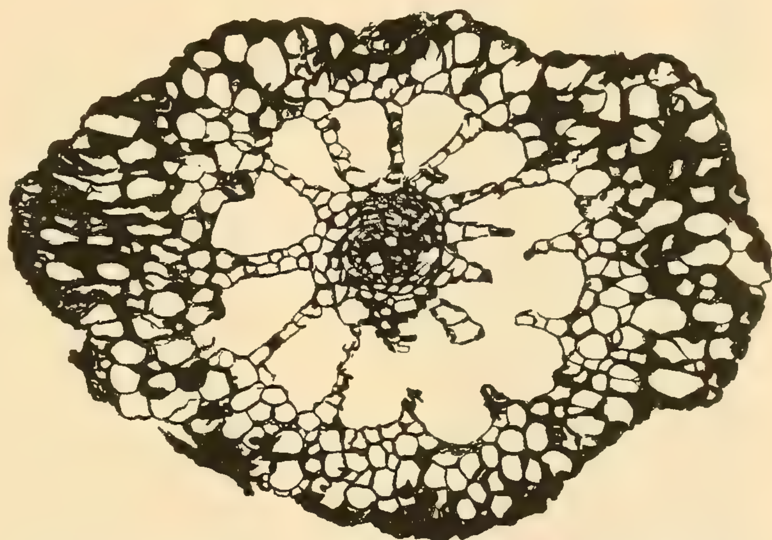


Fig. 95. Querschnitt durch eine Kalamitenwurzel (*Astromyelon*) aus einer Dolomitknolle des mittl. Oberkarbon. Im Innern sind um das zentrale Leitbündel zahlreiche Luftkanäle sichtbar. Vergr.

Punktierung hervortreten. Die Myriophylliten sind namentlich im Zusammenhang mit Arten der Gruppe des *Calamites ramosus* (*C. carinatus*) bekannt. —

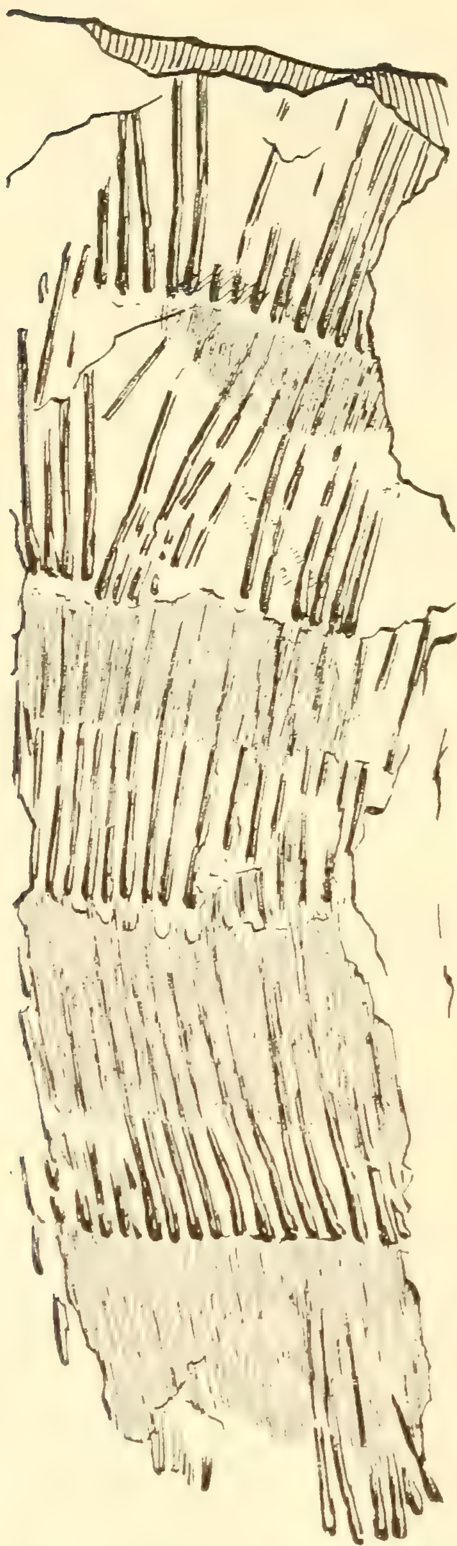


Fig. 96. Stück eines Kalamiten mit noch ansitzenden pfriemlichen Blättern aus dem Karbon.

Beblätterung der Kalamiten. Wie schon S. 98 hervorgehoben, sind die Blätter der Kalamiten im Gegensatz zu den heutigen Schachtelhalmen frei und nicht zu einer Scheide verwachsen. Bei einigen Formen, besonders bei der Calamitinagruppe, findet man bei gut erhaltenen Stücken auch an den Stämmen noch längliche pfriemenförmige Blätter (Fig. 96) oder deren Narben an den Knotenlinien der Stämme, meist jedoch sind von den Blättern der Kalamiten nur die der dünneren Zweige und letzten Auszweigungen erhalten.

Die Funde von solchen Blattresten, naturgemäß ausnahmslos Blattquirlen, sind außerordentlich zahlreich und verhältnismäßig mannigfaltig, aber nur zum geringsten Teil ist, wie bereits früher hervorgehoben wurde, der Zusammenhang der Blätter mit gewissen Stämmen und Blüten bekannt. Wir werden im folgenden darauf bei den einzelnen Arten wieder hinweisen müssen. Die Kalamitenblätter werden wie alle derartigen Teile größerer fossiler Pflanzen meist isoliert gefunden und bieten zum Teil, besonders bei den sternförmig ausgebreiteten Formen, recht auffallende Pflanzen, deren Zusammenhang mit den Kalamiten zunächst keineswegs klar war und die deswegen besondere Namen erhielten, die man aus praktischen Gründen und auch wegen der unvollkommenen Bekanntschaft der Zusammenhänge mit den Stämmen beibehalten muß. Man bezeichnet sie als *Annularia* und *Asterophyllites*, etwa zu übersetzen mit „Ringblatt“ und „Sternblatt“.

Annularia STERNBERG („Ringblatt“). Blätter jedes Quirls in einer Ebene ausgebreitet, meist typisch sternförmig, jedes Blatt einaderig, die Blätter am Grunde mehr oder weniger deutlich zu einem scheibenförmigen Ring verbunden. Häufige und besonders in den größeren Arten sehr auffallende Pflanzenfossilien im Karbon und Rotliegenden, die zum Teil leicht, zum Teil schwieriger zu unterscheiden, eine ganze Reihe von vortrefflichen Leitfossilien abgeben.

A. stellata (SCHLOTHEIM) WOOD (der Name *A. longifolia* BRONGN. ist in der Literatur trotz der Priorität des ersteren immer noch benutzt (T. 31, 2).

Blätter meist groß, 3, 4 bis 5 cm lang, dicht gedrängt, lineal lanzettlich, zahlreich (20—40) in jedem Quirl. Die Art ist schon bei ihrer Größe eins der auffallendsten Pflanzenfossilien des oberen Oberkarbons und Rotliegenden und tritt auch schon in den höchsten Schichten des mittleren Oberkarbons auf (z. B. Saarbrücker Flammkohle). Bei genauerer Besichtigung erweisen sich die Blätter meist schwach behaart mit filziger Oberfläche. Besonders große und stark behaarte Formen werden als eine besondere Art betrachtet, nämlich *Annularia Westfalica* Stur, und sind bisher in der Flammkohle von Saarbrücken nicht selten gefunden worden.

Die *A. stellata* gehört sicher zu Arten der Gruppe des *Calamites cruciatus* (s. oben). *A. pseudostellata* Potonié kommt in tieferen Schichten vor als die vorige und wird von ihr durch schmale, oft fast pfriemenförmige, lockerere Blätter unterschieden, ist aber in ihrer Umgrenzung noch nicht vollständig klar (T. 29, 4).

A. radiata Brongniart (T. 30, 4; 31, 1). Blätter meist bedeutend kleiner als bei der vorigen Art und auch weniger an Zahl, typisch lanzettlich, d. h. Blätter in der Mitte am breitesten. Die Art ist außerordentlich häufig im mittleren Oberkarbon und hier die häufigste *Annularia*, die aber nicht in das obere Oberkarbon hinaufgeht. Die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Stamme ist bekannt, wenigstens ist die zu *Calamites ramosus* gehörige *Annularia* (auch *A. ramosa* genannt) der in Rede stehenden fast vollständig gleich. Daß dazu auch eine Blüte bekannt ist, nämlich ein kleiner *Calamostachys*, wurde schon oben erwähnt.

A. sphenophylloides (Zenker) Unger. Blätter noch kleiner als bei der vorigen Art, im vorderen Teile am breitesten und meist mit einer kleinen vorgezogenen Spitze des im übrigen abgestumpften Vorderrandes. Blätter zahlreich, relativ breit, sich berührend. Die Art macht durch die Breite und die Form der Blätter oberflächlich gesehen, den Eindruck eines *Sphenophyllum* (woher auch der Name), ist aber durch die Einadrigkeit der Blätter sofort als *Annularia* zu erkennen. Sie kommt vom obersten Teil des mittleren Oberkarbons bis etwa in das obere Oberkarbon vor und ist ein recht verbreitetes und darum wichtiges Leitfossil. Blüten dazu sind bekannt, wir brauchen jedoch wegen ihrer Seltenheit auf sie nicht näher einzugehen; der dazugehörige Kalamit ist nicht bekannt.

Außer diesen wichtigeren Arten gibt es noch einige seltenere kleinere Arten, wie *A. microphylla* Sauveur mit kleinen lanzettlichen Blättern, deren Spitzen meist aufwärts gezogen sind, und *A. galioïdes*, mit ebenfalls kleinen lanzettlichen Blättern, die sternförmig ausgebreitet sind. Beide Arten im oberen Teil des mittleren Oberkarbons, jedoch meist verhältnismäßig selten.

Hier sei nochmals hervorgehoben, daß unter den Phyllotheken (S. 118) ebenfalls teilweise *Annularia*-ähnliche Formen vorkommen; ferner sei hinzugefügt, daß *Annularia*-ähnliche Formen von ziemlich großem Ausmaß und vorn ziemlich breiten Blättern z. B. im chinesischen Permokarbon vorkommen, und daß selbst noch im Rhät-Lias derähnliche Formen beobachtbar sind, die aber wohl mit Kalamiten nichts zu tun haben, sondern nur mehr oder weniger *Annularia*-artig aussehen.

Asterophyllites Brongn. („Sternblatt" [T. 31, 3]), mehr oder minder stark und starr aufwärts gerichtet, bis zum Grunde frei. Bei diesem Blattypus ist zu bemerken, daß auch bei den Sphenophyllen die stark zerschlitzten Blätter diesen Habitus haben (T. 27, 2), wobei indes das Zusammenvorkommen oder das Anhaften unverkennbarer *Sphenophyllum*-Blätter den richtigen Weg weist; auch Verwechselungen mit den Sphenophyllen, die nur fein zerschlitzte längere Blätter haben, ist möglich, so z. B. mit *Sphenophyllum myriophyllum* (T. 28, 4). Die *Asterophyllites*-Blätter sind indes immer ungegabelt, und nur die Blätter des auch sonst von den Kalamiten ziemlich abweichenden *Asterocalamites* des Kulm sind gegabelt.

A. longifolius (Sternberg) Brongn. (Fig. 97). Stengelglieder meist mehrmals länger als breit. Blätter pfriemenförmig fein oder etwas breiter, meist länger als die Stengelglieder selbst, ziemlich steil aufwärts gerichtet. Diese Art ist verhältnismäßig häufig im mittleren Oberkarbon und von allen Asterophylliten an den langen Blättern leicht kenntlich.



Fig. 97. *Asterophyllites longifolius* Sternberg. Mittl. Oberkarbon.

A. equisetiformis (Schlotheim) Brongn. ist von der vorigen Art durch kürzere, meist etwas gebogene und nicht so stark nach oben gerichtete Blätter verschieden; bei günstiger Ausbreitung derselben auf der Gesteinsplatte kommt öfter ein *Annularia*-ähnlicher Typus zustande. Es sei überhaupt an dieser Stelle gesagt, daß die Unterschiede zwischen *Annularia* und *Asterophyllites* durchaus nicht so scharf sind, wie es beim Betrachten typischer Vertreter bei der Beblätterungsform scheint. Von den Asterophylliten ist speziell, wie eben schon erwähnt, *A. equisetiformis* öfter *Annularia* ähnlich, von den Annularien *A. microphylla* oft einem *Asterophyllites* ähnlich.

Von den wenigen noch übrig bleibenden *Asterophyllites*-Arten sind die meisten kleiner als die vorigen. Wir nennen von ihnen nur noch:

A. grandis Sternberg (Fig. 98), eine ziemlich kleine, mit etwa $^1/_2$ cm langen Blättern versehene Form; die Blätter sind wenig gekrümmt und stark aufwärts gerichtet.

A. charaeformis Sternberg (Fig. 99) mit sehr kleinen, ca. 2 mm langen, Blättern von ziemlicher Starrheit, die im halbkreisförmigen Bogen aufwärts steigen. Beide Arten kommen bald seltener, bald häufiger in den oberen Teilen des mittleren Oberkarbons vor (im Ruhrrevier z. B. über Flöz Sonnenschein).

Hinzugefügt sei noch, daß die Blätter von *Asterophyllites* auch anatomisch bekannt sind, und zwar aus Torfdolomiten. Die Blätter zeigen einen etwa quadratischen Querschnitt (sind also eigentlich keine Blätter, sondern mehr „Nadeln"), besitzen ein Zentralleitbündel und deutliches, interstitienreiches

Assimilationsgewebe (Palisadenzellen) auf der Blattoberseite. Die Spaltöffnungen zeigen Streifung der Schließzellen, wie diejenigen vieler heutiger *Equisetum*-Arten.

Kalamitenblüten. Wie schon aus den S. 98 gemachten Bemerkungen hervorgeht, schließen sich die Kalamitenblüten, wenigstens eine ganze Anzahl Typen derselben in mancher Beziehung an die der heutigen Schachtelhalme an, z. B. in der quirligen Stellung der Sporophylle (sporensacktragende Blätter), in der Form der Sporophylle, die aus einem Stielchen bestehen, das vorn ringsherum eine Anzahl Sporensäcke trägt; sie weichen aber andererseits von ihnen besonders durch mehrere Merkmale ab dadurch, daß ein Sporophyllquirl immer zwischen zwei grünen, sterilen Blattquirlen liegt, die die Sporophylle zugleich durch ihre aufgebogenen Enden gegen außen abschließen und der Kalamitenblüte Zapfenform verleihen. Andere Kalamitenblüten zeigen noch Besonderheiten, auf die wir bei den einzelnen, soweit nötig, noch zu

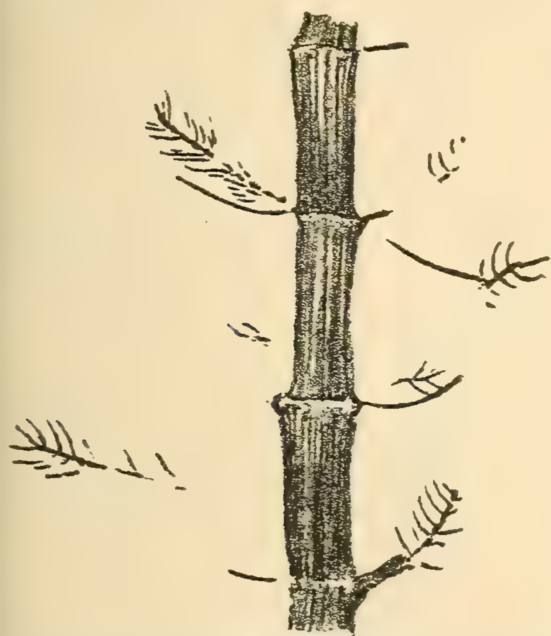


Fig. 98. *Asterophyllites grandis* STERNBERG. Mittl. Oberkarbon.

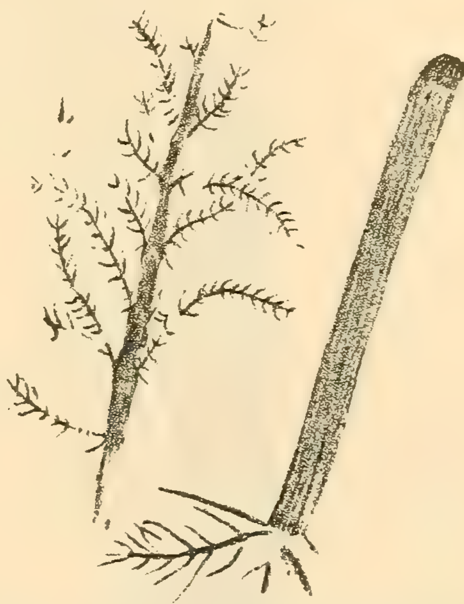


Fig. 99. *Asterophyllites charaeformis* STERNBERG. Mittl. Oberkarbon.

sprechen kommen werden. Die Kalamitenblüten lassen sich jedoch ihrer Konstruktion nach auf einen gemeinschaftlichen Grundplan zurückzuführen. Ganz abweichend von den *Equisetum*-Blüten ist der Umstand, daß die Kalamiten-Blüten wenigstens teilweise Makro- und Mikrosporen, und zwar zum Teil am gleichen Zapfen oder sogar im selben Quirl zeigen.

Man hat bei den Kalamitenblüten verschiedene Typen unterschieden, die sich insbesondere auf die Art der Insertion der Sporangienträger gründen, zum Teil auch auf andere Merkmale. Eine besondere Stellung nimmt die Blüte von *Asterocalamites* ein, von der schon früher S. 100 die Rede war.

Calamostachys (σταχυς Ähre) SCHIMPER (einschließlich *Stachannularia* WEISS [Fig. 100]). Die Sporangienträger sind in der Mitte zwischen zwei sterilen Blattquirlen angeheftet, schildförmig, also ähnlich denen von *Equisetum*. Die Struktur der meisten *Calamostachys*- und überhaupt Kalamitenblüten ist am besten aus echt versteinerten Stücken bekannt geworden, an denen man

sowohl den Ansatz, die Art der Sporen und sonstiges Anatomische genau beobachten kann. Bei kohlig erhaltenen Stücken gehören im allgemeinen schon günstige Funde dazu, um die Einzelheiten der Struktur der Zapfen zu erkennen. Und dies um so mehr, da z. B., wenn die Zapfen nicht längs aufgebrochen sind, die sterilen Blattquirle ja alles zudecken. Von besonderen *Calamostachys*-Arten nennen wir den zu *Annularia stellata* gehörigen:

C. tuberculatus Sternberg (*Stachannularia tuberculata* [Sternberg] Weiss), der also wie *Annularia stellata* ein gutes Leitfossil (der obersten Schichten des mittleren Oberkarbons), besonders des oberen Oberkarbons selber und des Rotliegenden bildet (Fig. 100*b*). Die Art ist in den meisten Fällen an den unverhältnismäßig dicken Stengelgliedern, die im Umriß etwa quadratisch sind, leicht kenntlich. Der richtige Ansatz der ziemlich großen Sporangiensäcke ist selten gut zu beobachten, was zu manchen Irrtümern Anlaß gegeben hat. —

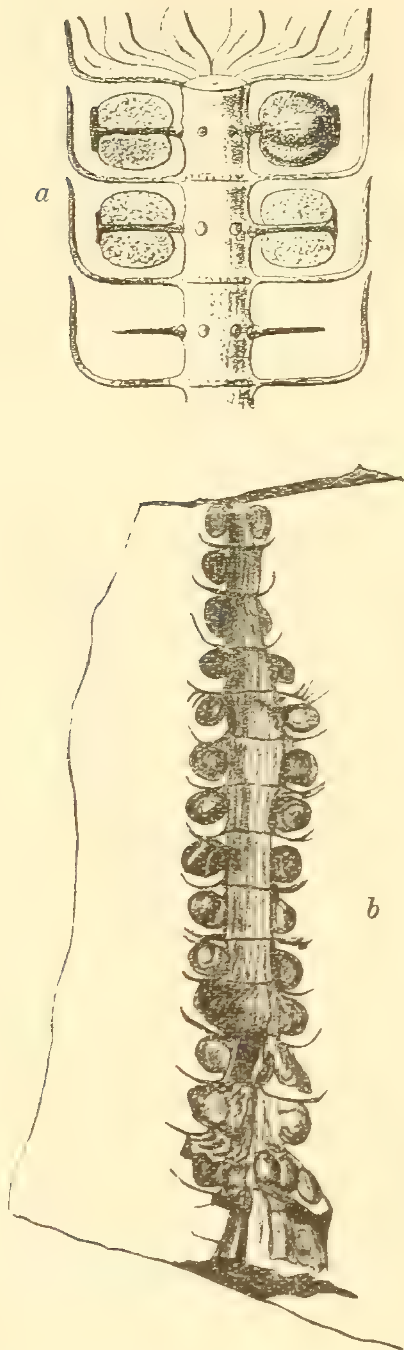


Fig. 100. *a* Schema einer *Calamostachys*-Blüte. Man sieht die am Stielchen sitzenden Sporangien, die zwischen je zwei Blattquirlen sitzen. Die Sporangienträger sind ähnlich wie bei *Equisetum*. *b Calamostachys* („*Stachannularia*") *tuberculatus* Sternb. sp., Blüte von *Annularia stellata*. Oberes Oberkarbon (selten etwas tiefer) und Rotliegendes.

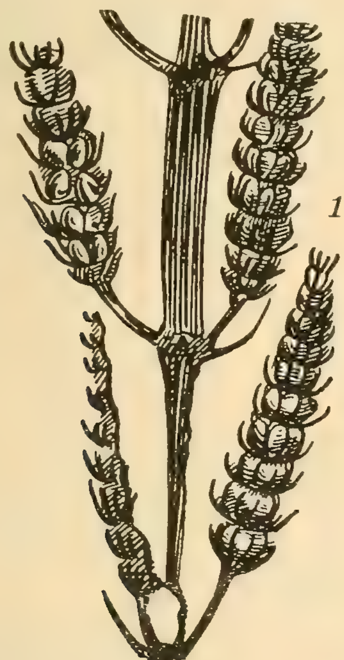
Palaeostachya Weiss (Fig. 101). Sporangienträger in den Achseln der sterilen Blütenquirle oberwärts inseriert. Auch dieser Typus ist in kohligen und strukturierten Resten bekannt. Sehr häufig sind

P. pedunculata Williamson und *P. Ettingshauseni* Kidston, die sich beide sehr ähnlich sind (Fig. 101,*1*). Die beiden Arten sind häufig im mittleren Oberkarbon.

P. distachya Sternberg ist verhältnismäßig häufig an den dazu gehörigen Kalamiten ansitzend gefunden worden, ist allerdings häufiger anscheinend nur in den östlichen Becken (Schlesien, Böhmen). —

Macrostachya Schimper. Ähren groß, langzylindrisch; sterile Blätter dicht, alternierend, in der Jugend sich berührend, später mehr auseinanderspreizend, sehr lang, nämlich zwei bis mehrmal länger als die deswegen fast immer unsichtbaren Stengelinternodien. Die Stellung der Sporangienträger ist nicht bekannt, da von diesen Formen noch kein strukturbietender Rest gefunden worden ist. Die ganze Gattung ist daher mehr auf den äußerlichen Habitus begründet. Am häufigsten findet man erwähnt *M. infundibuliformis* (trichterförmige), die sich hin und wieder im mittleren Oberkarbon findet (Fig. 102). Auch die oben erwähnte *Palaeostachya*

distachya hat Ähnlichkeit mit einer *Macrostachya*. *Macrostachya*-ähnlich sind auch die als *Huttonia spicata* STERNBERG aus dem mittelböhmischen Karbon angegebenen Kalamitenblüten, die bei guter Erhaltung unterhalb der sterilen



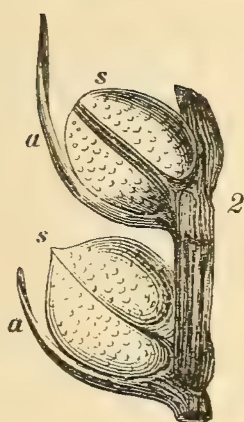


Fig. 101. *1 Palaeostachya pedunculata* WILLIAMSON, mehrere Ähren an einem Stengel. *2* Schema des Ansatzes der Sporangienträger von *Palaeostachya* (achselständig). *a* sterile Blattquirle, *s* Sporangien. Mittl. Oberkarbon.

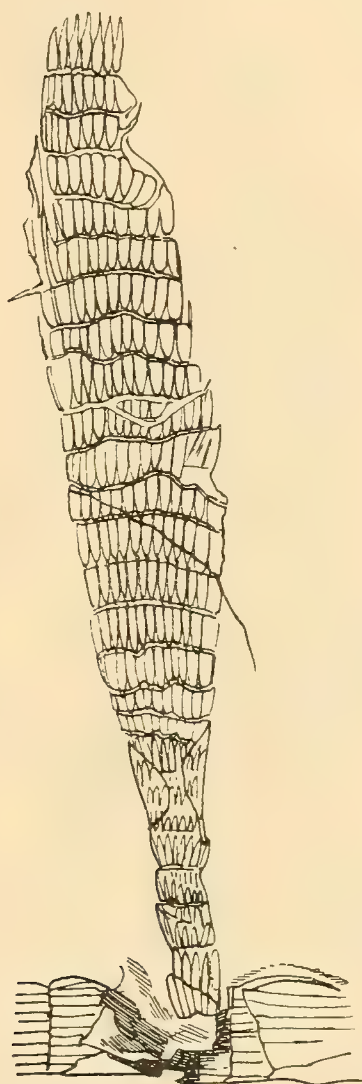


Fig. 102. *Macrostochya infundibuliformis* BRONGN., noch an dem zugehörigen Stamm ansitzend. Mittleres Oberkarbon.

Blattquirle eine ringförmige Scheibe erkennen lassen. Der Blütenbau von *Huttonia* mag sich daher morphologisch an den der folgenden Gattung anschließen. —

Cingularia typica WEISS (T. 29, 3). Eine höchst eigentümliche Kalamariaceenblüte, über deren Zugehörigkeit zu einem bestimmten Kalamiten oder einem bestimmten Blattypus nichts bekannt ist. Blüten in Ähren, verhältnismäßig locker gebaut. An jedem Glied sitzen unmittelbar übereinander

zwei Blattwirtel, der obere steril, scheidenartig mit vielen spitzen Zähnen, etwas aufwärts gerichtet; der untere liegt etwa horizontal, ist ebenfalls sternförmig, aber mit abgestumpften zweiteiligen Lappen, deren jeder zwei hängende abfällige Sporensäcke getragen hat. Häufig ist dieser Typus nur im Saarrevier, wo er in der Fett- und Flammkohle zu den häufigen und charakteristischen Fossilien gehört. Neuerdings sind indes auch einige Stücke aus Belgien und England, zum Teil besondere Arten, bekannt geworden.

In gewisser Verwandtschaft mit *Cingularia* steht die zu *Calamites* bezw. *Asterophyllites paleaceus* KIDSTON gehörige Blüte, die allerdings viel kleiner als *Cingularia* ist; auch hier sind an jedem Quirl dicht übereinander zwei Blattquirle zu bemerken. Ein oberer steriler, wie ein kleiner Asterophyllit

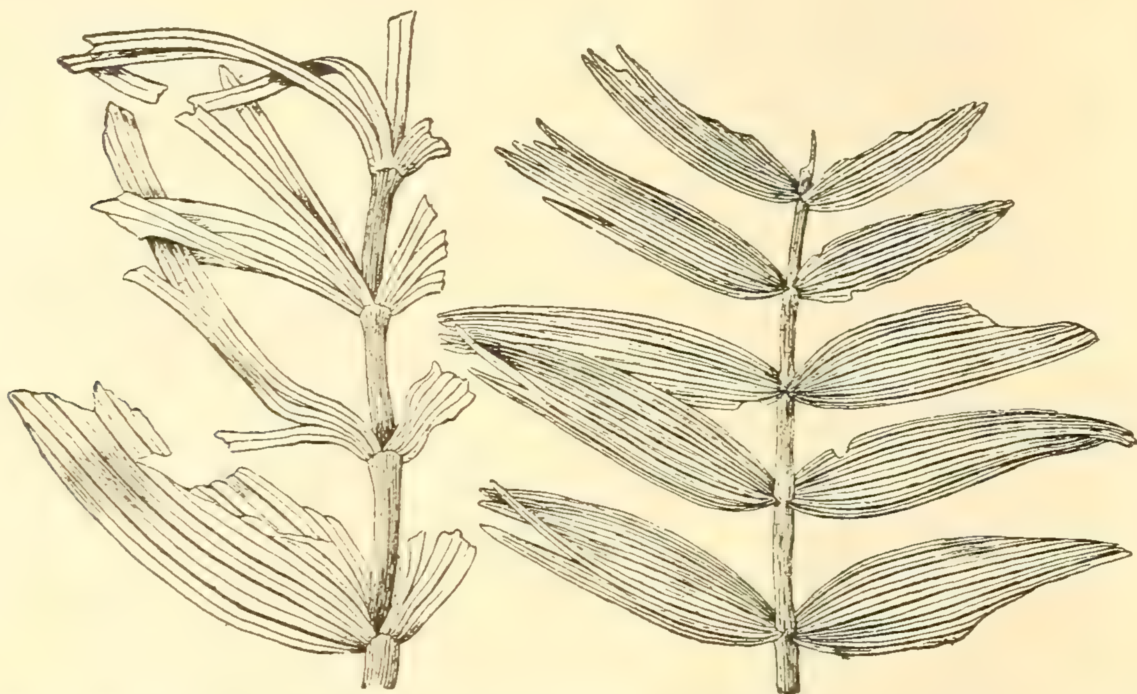


Fig. 103. *Schizoneura gondwanensis* FEISTMANTEL. Permokarbon (ältere) Gondwanaschichten. Die Figur rechts ähnelt auch unserer *Sch. paradoxa* aus dem Buntsandstein.

aussehender, und darunter ein anderer, bei dem an jedem Blatt ein nach unten gerichtetes Sporangium hängt. Man müßte diesen Typus mit einem besonderen Gattungsnamen bezeichnen; die größte Ähnlichkeit damit hat ein von GRAND' EURY bereits 1877 als „*Volkmannia pseudosessilis*“ abgebildeter Pflanzenrest. —

Anhang. *Schizoneura* SCHIMPER. (Von *σχιζω* [schizo] spalten und *νευρα* Nerve, wegen der nach den Adern aufspaltenden Blattscheiden.) Die Gattung ist für die Perm- und Karbonflora unserer Gebiete bedeutungslos, da bei uns erst im Buntsandstein eine Art davon vorkommt, muß aber doch hier miterwähnt werden, da sie in den älteren Gondwana-Schichten eine stehende Erscheinung ist. Die Pflanze ist teils in Form von Stammstücken, etwa bis zur Größe armdicker Stengel, zum Teil in Form dünnerer Stücke mit Blättern erhalten. Blüten sind nicht sicher bekannt, und wir brauchen uns mit diesen nicht aufzuhalten. Das Charakteristische an *Schizoneura* ist die Art der Blätter. Diese sind etwa so lang wie die Stengelglieder oder bis ca. 2mal

länger, sind aber nicht wie bei den Kalamiten frei, sondern teils noch weitgehend zusammenhängend, indem etwa die ganze Blattscheide nur in zwei Teile gespalten scheint, oder es ist eine noch weitergehende Zerschlitzung der Blattscheide zu bemerken. Einen Eindruck von der Art gibt Fig. 103, die beide Formen sehr deutlich zeigt. Die rechte entspricht zugleich etwa unserer Buntsandsteinart *Schizoneura paradoxa* SCHIMPER. Ob die Gattung innerhalb der Equiseten etwa eine besondere Familie darstellt, was möglich ist, läßt sich noch nicht sagen. Äußerlich ist sie jedenfalls typisch genug.

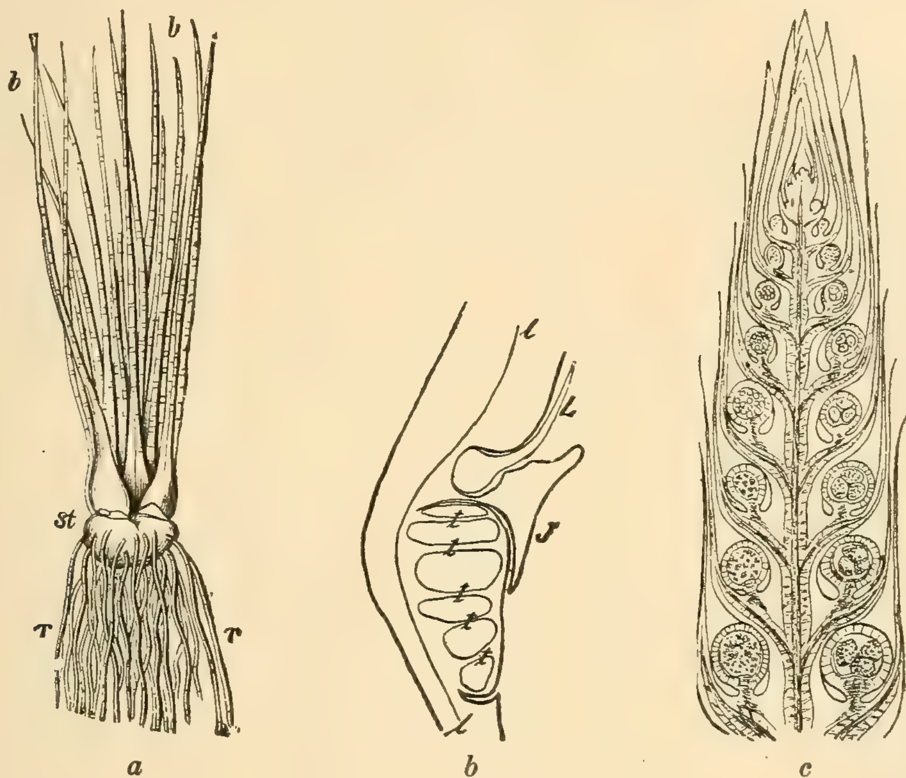


Fig. 104. *a, b Isoëtes lacustris.* *a* Bild der Pflanze; *b* Blätter, *r* Wurzeln, *st* Stämmchen. *b* Basis eines sporangientragenden Blattes, längs durchschnitten; *l* Blattspreite, *L* Ligula (Blatthäutchen); *tt* . . . Fächerungen des Sporangiums mit großen Gewebslücken. Vergr. *c* Längsschnitt einer *Selaginella* mit Großsporen (rechts) und Kleinsporenbehältern (links). Beide ligulate lebende *Lycopodiales.*

Lycopodiales, Bärlappgewächse

Wir verweisen in bezug auf die Eigenschaften dieser in ihrer Entwickelung und in ihren Besonderheiten mindestens sehr selbständigen Reihe auf das im folgenden Gesagte und führen hier nur das Notwendigste an. Die Blätter dieser habituell sowohl von den Schachtelhalmen wie von den Farnen total abweichenden Pflanzengruppe sind einfach, lineal bis schuppenförmig, bei den fossilen zum Teil in Form von fleischigen, großen Nadeln. Die Anordnung ist meist spiralig, doch kommen auch gegenständige Blätter vor. Die Sporangien sitzen einzeln am Grunde auf der Blattoberseite oder in den Blattachseln; sie treten oft oder meist in deutlich abgesonderten Ähren auf. Heute sind es nur krautige am Boden oder auch epiphytisch auf Bäumen lebende krautige Gewächse. Im Paläozoikum dagegen waren es meist baumförmige Vertreter, daneben aber auch kleinere krautige. Man

teilt die *Lycopodiales* gewöhnlich ein nach dem Fehlen oder Vorhandensein der sogenannten Ligula (Fig. 104) in solche ohne Ligula *(L. eligulatae)* und solche mit Ligula *(L. ligulatae).* Zu den letzteren gehören heute noch die Selaginellaceen und die Isoëtaceen, im Paläozoikum waren die Vertreter der Gruppe mit Ligula viel zahlreicher. Es gehörten z. B. die meisten der baumförmigen Bärlappe (Lepidodendren, Sigillarien usw.) dahin. Als „Ligula" bezeichnet man ein Blatthäutchen, das nahe dem Grunde der Blätter, zum Teil halb versenkt sichtbar ist und in der morphologischen Botanik eine besondere Rolle spielt. Die Einteilung in die Eligulaten und Ligulaten ist auch insofern praktisch, als die Ligulaten meistens zweierlei Sporen besitzen (heterospor), während die Eligulaten nur einerlei Sporen entwickeln. Es scheint, daß man für die fossilen oder gerade in bezug auf sie diese Einteilung ebenfalls recht gut brauchen kann, wir werden daher im folgenden nach ihr verfahren. Wir geben zunächst eine gedrängte Übersicht über die fossilen und rezenten *Lycopodiales*, um einen schnellen Überblick zu ermöglichen.

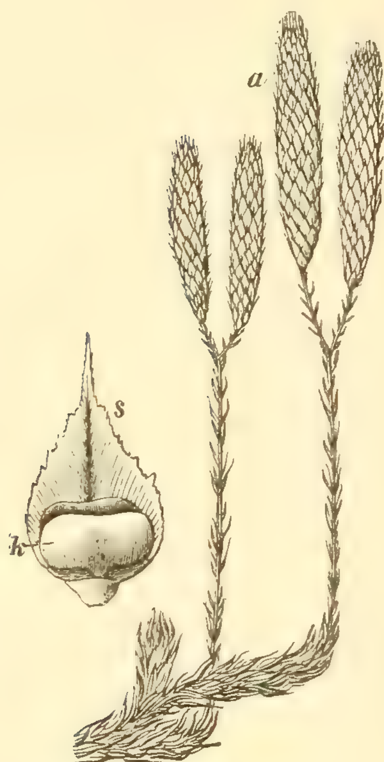


Fig. 105. *Lycopodium clavatum*, Bärlapp. *a* Sporangienzäpfchen, *s* Sporangium- *(k)* tragendes Blatt aus dem Zapfen. Aus WARMING.

I. Lycopodiales eligulatae, Bärlappgewächse ohne Ligula

1. *Lycopodiaceae*, Bärlappe im eigentlichen Sinne (Hexenkraut, Schlangenmoos usw.). Die Familie umfaßt ein oder zwei Gattungen, insbesondere *Lycopodium* selber und ist fossil wahrscheinlich auch schon im Paläozoikum vorhanden gewesen (Fig. 105).

2. *Cyclostigmataceae* (Kreisnarbenbäume). Bäume oder doch mehr baumartige bis strauchige Pflanzen. Stämme und Äste mit kleinen Närbchen, die in Schrägzeilen, z. T. aber auch mehr in Horizontalzeilen stehen und dann also mehr quirlständig sind. Blüten nur von der Gattung *Pinacodendron* bekannt, bei der sie nicht in Zapfen stehen, sondern die Sporophylle sitzen einzeln und locker an dickeren Ästen mit den Sporangien an der Basis auf der Oberseite des Blattes.

3. *Psilotaceae*. Kleine australische bezw. tropische Familie, von der fossile Angehörige nicht sicher bekannt sind.

II. Lycopodiales ligulatae, Bärlappgewächse mit Ligula; meist zweisporig (heterospor)

A. *Selaginellineae*. Kräuter; Blüten endständig; Dickenwachstum fehlend. Mit der einzigen Familie der

Selaginellaceae. Kleine Kräuter mit in die Länge wachsendem Stamm; Beblätterung meist vierzeilig, kleine Oberblätter und größere Unterblätter. Sporangien in den Blattachseln, zweierlei Art; Makrosporangien mit meist vier Großsporen (Makrosporen). Mikrosporangien mit vielen Sporen (Kleinsporen, Mikrosporen). Fossil schon im Permokarbon, wenn auch in etwas abweichendem Typ, sehr wahrscheinlich aber auch schon in den oberen Teilen des mittleren Oberkarbons enthalten.

B. *Lepidophyta*, Schuppenbäume. Stamm mit Dickenwachstum besonders in der Rinde, meist baumartig, Blüten zapfenförmig, endständig oder stammbürtig (seitenständig). Blätter einfach, mehr oder weniger langlineal, im Querschnitt rhombisch, daher mehr fleischige Nadeln. Stammoberfläche nach dem Abfall der Blätter charakteristisch durch Blattpolster oder Blattnarben usw. skulpturiert oder gezeichnet. Nur fossil, im Paläozoikum gemein und tonangebend, speziell im Karbon. Im Mesozoikum keine Vertreter mehr.

1. *Lepidodendraceae*, Schuppenbäume im eigentlichen Sinne. Stamm stark verzweigt, in erster Linie gabelig, mit zentralem Leitbündel, seltener mit Mark; Sekundärholz nicht immer vorhanden. Das Dickenwachstum findet vor allen Dingen in der Rinde statt. Die Oberfläche der Stämme und Äste mit spindelförmigen, spiralig gestellten Blattpolstern, die die Blattnarben tragen. Blätter einfach, einaderig von der Form linealer fleischiger Nadeln, in kohliger Erhaltung aber bandförmig erscheinend. Blüten zapfenförmig, end- oder seltener seitenständig, dann also stammbürtig, Wurzelstöcke (Rhizome) als Stigmaria bekannt.

2. *Ulodendraceae.* Blattpolster fehlen, Blattbasen bezw. Narben rhombisch, oft stark reliefartig und daher manchen *Lepidodendron*-Blattpolstern ähnlich, dicht gedrängt, spiralig, aber meist ohne erkennbaren Abdruck eines Leitbündels, also närbchenlos. Oft noch mit den lange anhaftenden Blättern besetzt, die dann die ganze Blattnarbe bedecken. Verzweigung, soweit bekannt, zweizeilig; von zweizeilig gestellten schüsselförmigen Narben gehen Zweige aus, die sich kurz nach oder beim Austritt aus dem Stamm gabeln. Nur eine Gattung: *Ulodendron*, die oft mit *Lepidodendron* verwechselt wurde, auch mit *Sigillaria* in Verbindung gebracht worden ist. Karbon.

3. *Bothrodendraceae* (βοϑρος Grube; also Grubenbaum, wegen der schüsselartigen großen Narben dickerer Äste) wie die Lepidodendraceen, aber die Rinde fast glatt mit kleinen, meist locker stehenden, mit gewöhnlichem Auge oft kaum sichtbaren Närbchen besetzt. Erhält sich gern in Form von Abdrücken des Hautgewebes. Blüten zapfenförmig (stammbürtig). Häufig im Oberkarbon. Rhizome wahrscheinlich stigmariaartig.

4. *Sigillariaceae,* Siegelbäume. Stamm wenig verzweigt oder einfach. Zentrales Mark vorhanden, Sekundärholz ebenfalls, aber meist schwach entwickelt, desto mächtiger die Rinde. Stamm mit spiralig gestellten, oft in senkrechten Reihen angeordneten alternierenden Blattnarben (keine Polster), oft mit Längskannellierung. Blüten zapfenförmig mit quirlig stehenden Sporophyllen, leicht zerfallend, stammbürtig. Rhizome meist Stigmaria. Unteres Oberkarbon bis Rotliegendes.

5. Anhang. Einige seltenere Gattungen, die ihrerseits zum Teil wohl eigene Familien darstellen, sind in den genannten Familien nicht enthalten, wie z. B. *Asolanus*, *Omphalophloios* usw.

C. *Isoëtineae,* Brachsenkräuter. Kräuter mit kurzem, gestauchtem, mit einer Art geringen Dickenwachstums versehenem Stamm, mit zahlreichen schopfartig stehenden Blättern mit Ligula und Sporangien an der Oberseite des Blattes. Einzige Familie sind die Isoëtaceaen mit der lebenden Gattung *Isoëtes.* Die Familie ist fossil nicht sicher bekannt, im Paläozoikum jeden-

falls unbekannt, und wird nur der Vollständigkeit wegen und wegen ihres phylogenetischen Interesses hier mit angeführt, da sie diejenigen Gewächse enthält, die unter der heutigen Pflanzenwelt den Lepidophyten am nächsten stehen (Fig. 104).

I. Lycopodiales eligulatae, Bärlappgewächse ohne Ligula

1. *Lycopodiaceae*, Bärlappe im eigentlichen Sinne. Es ist wahrscheinlich, daß Verwandte der Gattung *Lycopodium* (Fig. 105), also auch unserer heimischen Bärlappe, schon im Paläozoikum existiert haben, und man hat seit langem *Lycopodium*-artige Zweige aus diesen Schichten unter dem Namen *Lycopodites* angeführt. Ein Teil dieser Stücke hat sich indes als jüngere Zweige von größeren baumförmigen Lepidophyten erwiesen. Ein anderer Teil gehört nach der neueren Überzeugung mit guten Gründen zu den Selaginellaceen. Die Schwierigkeit, fossile Stücke, besonders kohlige Abdrücke eindeutig bei dieser Familie unterzubringen, besteht meist darin, daß die Stücke nicht erlauben, die Stellung des Sporangiums genau festzustellen, das bei *Lycopodium* auf der Oberseite der Blättchen liegt, und ferner zu entscheiden, ob zweierlei Sporen vorhanden sind. Trotzdem sprechen gewisse Punkte dafür, daß die Familie wohl schon im Karbon eine, wenn auch sehr nebensächliche Rolle gespielt hat. Hierfür in Frage kommende Stücke sind indessen so selten, daß sie nicht als Leitfossilien bezeichnet werden können, und wir übergehen sie daher.

2. *Cyclostigmataceae*, Kreisnarbengewächse. Bäume oder doch mehr baumartige bis strauchige Pflanzen. Stämme und Äste mit kleinen runden Närbchen bedeckt, die in Schrägzeilen stehen, neben dieser spiraligen Stellung kommt aber an manchen Ästen auch eine mehr quirlige heraus, wenigstens bei der Gattung *Cyclostigma* selbst. Auf den kleinen Narben sind deutliche Skulpturen in Form von Närbchen usw. bisher nicht genügend beobachtet. Man hat diese Familie bisher meist zu den Lepidophyten gestellt, wohin sie auch habituell am ehesten gehört. Da jedoch keine Ligula vorhanden ist, so ist diese Zurechnung unrichtig. Die Zweige zeigen bedeutend kleinere und dicht gedrängte Narben, zuweilen sieht man daran noch mittellange starre Blätter ansitzen. Die Gattung *Cyclostigma* selbst kommt auch noch im Unterkarbon (Kulm) vor. Ihre eigentliche Blütezeit ist das Oberdevon und wir haben deswegen von ihr schon S. 15 gesprochen.

In diese Familie wird auch noch die Gattung *Pinacodendron* (Brettbaum) gestellt, die im mittleren Oberkarbon zu Hause ist, sich aber nur selten findet und wohl auch häufig übersehen wird (T. 41, 1). Am ehesten kann sie mit einem *Bothrodendron* verwechselt werden, wenn dessen Närbchen durch die Art der Erhaltung etwas reliefartig vorstehen. Als Leitfossil hat die Gattung keine Bedeutung; ihr Interesse beruht in erster Linie auf den eigentümlichen Blüten, die nicht in Zapfenform auftreten, sondern die fertilen Zweige unterscheiden sich von den normalen nur durch das Auftreten der Fruktifikationen, die auf dem Grunde der Blätter an deren Oberseite sitzen. Die Pflanze scheint zweierlei Sporen besessen zu haben, ein für eine ligulalose Bärlapppflanze nach heutigen Begriffen sehr merkwürdiges Verhalten.

II. Lycopodiales ligulatae, Bärlappgewächse mit Ligula

1. *Selaginellaceae*

Fossil kommt hier nur in Betracht die Gattung *Selaginellites* ZEILLER. Hierher rechnet man *Lycopodium*- oder *Selaginella*-artige Abdrücke, bei denen man entweder den Besitz von zweierlei Sporen nachweisen kann oder, soweit dies nicht möglich ist, wenigstens zwei Arten von Blättern (s. S. 120), also Heterophyllie, wie bei den lebenden Selaginellen nachweisen kann. Einige Autoren führen diejenigen Pflanzen dieser Art, bei denen Zweisporigkeit noch nicht nachgewiesen ist, noch als *Lycopodites* auf. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß solche heterophyllen Lycopoditen zu der vorliegenden Familie gehören (vergl. Fig. 106 *a*). Gute Objekte dieser Art sind verhältnismäßig selten und sind mehrfach in Deutschland, besonders im Saarbrückener und Zwickauer Karbon, gefunden worden. Bei einem Stück aus Frankreich hat man durch Mazeration das Vorhandensein von großen und kleinen Sporen noch nachweisen können (Fig. 106 *b*). Als Leitfossilien spielen diese Objekte kaum eine Rolle, da sie zu selten sind.

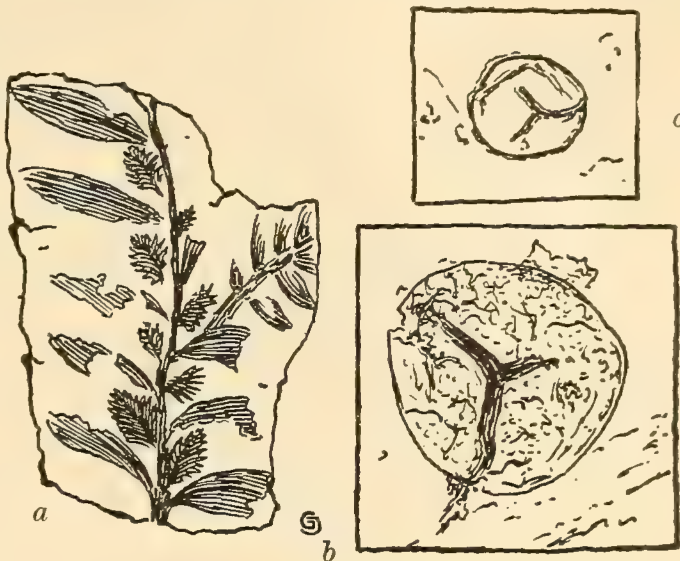


Fig. 106. *a* „*Lycopodites*" *Zeilleri* HALLE, aus dem mittl. Oberkarbon von Zwickau, mit verschiedenen Blättern. *b* u. *c* Makrospore *(b)* und Mikrospore von *Selaginellites Suissei* ZEILLER aus dem französischen Permokarbon, vergrößert.

2. *Lepidophyta*, Schuppenbäume

Diese im Karbon in Massenvegetation auftretenden Gewächse gehören durch ihre Größe neben den Kalamiten zu den bemerkenswertesten und tonangebenden Pflanzen des Karbons. Man kennt die einzelnen Teile und Organe (Stämme, Blätter, Blüten) in zahlloser Menge in kohliger Erhaltung (als Abdrücke), und in anatomischer Hinsicht sind sie aus den Torfdolomiten und den Pflanzenkieseln von Chemnitz, Autun in Frankreich usw. ziemlich gut bekannt. Uns interessieren von ihnen in erster Linie die Stammreste, die sich äußerlich durch sehr charakteristische Skulpturen auf der Außenfläche auszeichnen, nach denen großenteils die Untergruppen unterschieden worden sind. Diese zum Teil geradezu ornamental wirkenden, sehr regelmäßigen Skulpturen rühren her von den in Schräg- oder Längszeilen angeordneten Blattnarben, die oft noch auf besonderen „Polstern", d. h. besonderen Unterlagen stehen. Diese Skulpturen sind sowohl an jugendlichen Zweigen wie auch an dickeren Stämmen sichtbar; dies erklärt sich durch die für uns sehr auffällige Erscheinung, daß mit dem Dickenwachstum des Stammes auch die äußersten Gewebe mitwuchsen, während sonst, wie bei den heutigen Bäumen, die Jugendskulpturen verloren gehen. Es tritt also keine Borkenbildung ein oder erst in einem späten Stadium. Die Polster

bezw. Blattnarben wachsen sehr lange mit in die Dicke, und man trifft sie daher in den verschiedensten Ausmaßen, was besonders für die Lepidodendren gilt. Die Dicke der Stämme dieser Pflanzen, die man gelegentlich noch aufrecht stehend in den Schichten mit ihren Wurzelstöcken, den Stigmarien, trifft, hängt zusammen mit einem nachträglichen Dickenzuwachs der Stämme, einer den heutigen Lykopodien, Selaginellen usw. unbekannten Eigenschaft. Das Dickenwachstum erstreckt sich wenig oder gar nicht auf den im Zentrum vorhandenen Holzkörper; die Hauptmasse der Bäume beruht auf dem Dickenwachstum der mächtigen äußeren Rinde, deren äußere Schichten auch zugleich die Festigung des Baumes hauptsächlich übernahmen. Die Art und Weise dieses Rindendickenwachstums ist noch wenig geklärt, da die Bildungsgewebe sich bei der Versteinerung naturgemäß nur schlecht erhalten. Zwischen der äußeren Hauptrinde und dem Holzkörper lag eine empfindlichere, zartere Innenrinde, die bei den echt versteinerten Stücken fast nie erhalten ist und die die Ursache ist, weshalb bei diesen Bäumen die äußeren Rindenteile leicht losgerissen wurden und die Erhaltung stark veränderter Modifikationen der Stämme so häufig ist. Die überaus auffälligen Skulpturen der Stämme, die in ihrer Regelmäßigkeit am besten als natürliche Tapetenmuster bezeichnet werden können, haben bei den Naturkundigen schon lange Aufmerksamkeit erregt, und man findet sie daher schon in den alten Werken über Naturmerkwürdigkeiten abgebildet. Der Aufstieg der Lepidophyten, der im Kulm beginnt (Spuren im Oberdevon), ist sehr rasch. Die einzelnen Gruppen beginnen ihre Blütezeit zu verschiedenen geologischen Zeiten, worüber noch Näheres mitzuteilen sein wird. Sie erleben aber, und zwar gerade die häufigsten, einen ebenso raschen Abstieg. Das Rotliegende hat anscheinend keine überdauert.

I. *Lepidodendraceae*, Schuppenbäume im eigentlichen Sinne

Die Familie umfaßt zwei Gattungen: *Lepidodendron* Sternberg und *Lepidophloios* Sternberg, die sich namentlich in der äußeren Beschaffenheit der Blattpolster unterscheiden. Die Außenfläche des Stammes ist durch die in Schrägzeilen, sehr selten in Vertikalzeilen angeordneten, oft stark vorspringenden Blattpolster charakterisiert (T. 33, 3), die rhombisch bis spindelförmig im Umriß sind und im oberen Teil, selten mehr in der Mitte die eigentliche Blattnarbe, die Abfallstelle des Blattes, tragen. Die Bäume sind weiter oberhalb reich, mit Vorliebe gabelig, verzweigt; die Blätter sind in kohligen Abdrücken lang-lineal-bandförmig, aber auch kürzer, hakig gekrümmt, waren aber in Wirklichkeit von fleischiger Konsistenz, wie sich aus den echt versteinerten, in den Torfdolomiten usw. erhaltenen Exemplaren ergibt (Fig. 107). An den oberen Teilen der Äste, d. h. an den dünneren Zweigen, sitzen dieselben noch an, gelegentlich aber auch noch an dickeren. Die Zapfen waren endständig, zum Teil aber auch seitenständig, stammbürtig und manchmal bis fußgroß. Die meisten waren allerdings bedeutend kleiner. Eine Anzahl dieser Zapfen zeigt zweifellos Heterosporie, die kleinen Sporen sitzen im oberen Teil des Zapfens, die großen unten. Man kennt die Verhältnisse aus strukturbietenden Stücken sehr genau. Vom Kulm durch das ganze Karbon häufig bis gemein. Im oberen Oberkarbon selten werdend, im Rotliegenden so gut wie fehlend.

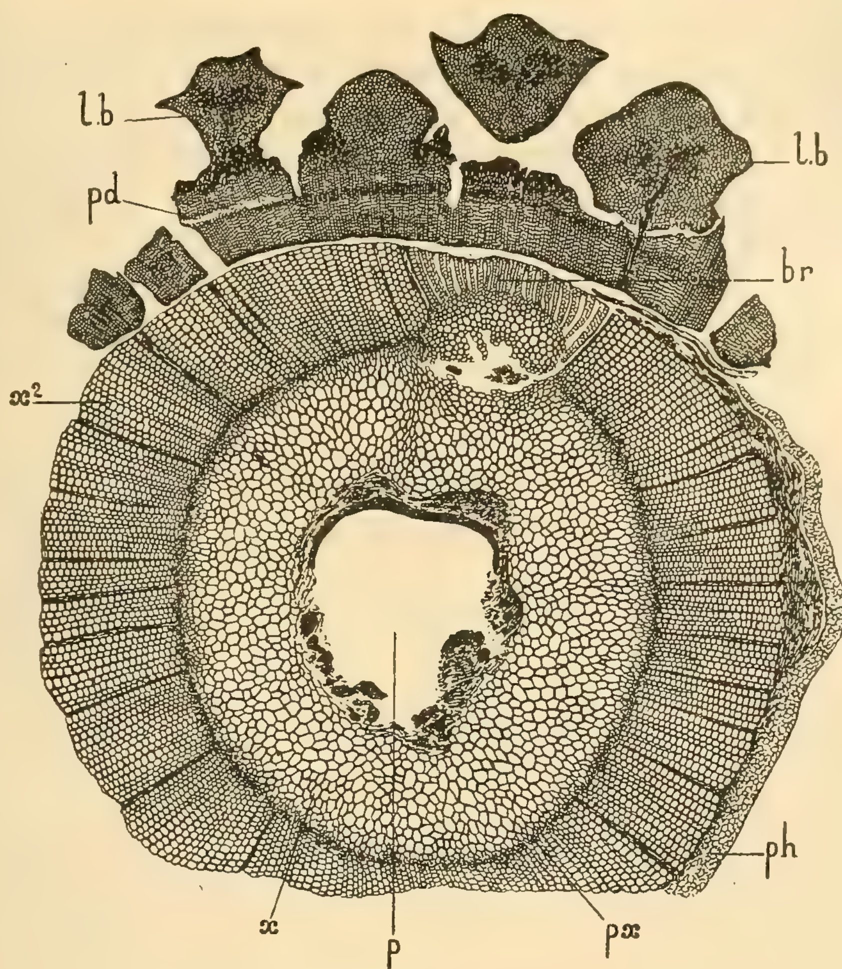


Fig. 107. *Lepidodendron Veltheimi* STERNBERG (*L. brevifolium* WILLIAMSON). Querschnitt durch ein jüngeres, echt versteinertes Exemplar von Burntisland (Unterkarbon; England). *p* Mark (zerstört); *x* Primärholz (Zentralleitbündel); *px* Erstholzzellen (Protoxylem); x_2 Sekundärholz; *ph* Phloëm; *br* abgehendes Leitbündel (Blattspur); *pd* Periderm (korkartige Außengewebe); *lb* Blattbasen der anhaftenden Blätter, quer durchschnitten; oben in der Mitte ein Blatt ganz frei, die dickfleischige Form im Querschnitt besonders gut zeigend. Vergröß. Nach SCOTT.

Lepidodendron STERNBERG. Stämme. Der Name *Lepidodendron* bedeutet Schuppenbaum und ist hergenommen von der fischschuppenähnlichen Skulptur der Stammoberfläche, für die dieser Vergleich namentlich bei jüngeren Exemplaren oder Zweigen zutrifft. Die Stammoberfläche ist dicht bedeckt mit in Schrägzeilen, also spiralig angeordneten, vorspringenden Blattpolstern, die sich meist direkt berühren (T. 33, 7), manchmal aber durch Bänder voneinander getrennt sind. Auf den Blattpolstern bemerkt man bei genauerem Zusehen gewisse Skulpturen und Närbchen, die genauer an Hand von Fig. 108 besprochen seien. Die äußere Form der Polster ist gestreckt rhombisch bis lang spindelförmig. Zwischen den Extremen gibt es alle Übergänge. Im allgemeinen pflegt jedoch die Polstergestalt an jüngeren und älteren Teilen der Pflanze im großen und ganzen ähnlich zu sein. Es kommen also z. B. bei einer Art, die an dicken Stämmen langgestreckte spindelförmige Polster

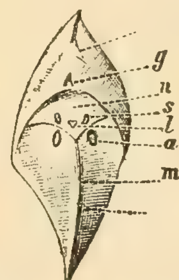


Fig. 108. Einzelnes Blattpolster von *Lepidodendron obovatum* STERNBERG. *g* Ligularnarbe; *n* Blattnarbe mit Leitbündelnärbchen *l* und Seiten-(Parichnos-)Närbchen *s*; *a* „Transpirationsöffnungen"; *m* Mediane (Mittellinie) des Blattpolsters.

zeigt, an jüngeren Zweigen nicht kurz gedrungene Polster von etwa quadratischem Umriß vor, sondern eine gestreckte Form der Polster bezw. eine gedrungene erhält sich mehr oder weniger an der ganzen Pflanze. Im oberen Teil des Polsters, meist am weitesten vorspringend, befindet sich die eigentliche Blattnarbe von (quer) rhombischer Form, an der das Blatt ehedem ansaß. Die Blattnarbe kann mehr in der Mitte oder mehr im oberen Teil des Polsters liegen. Sie zeigt nahe ihrem Unterrande drei Närbchen, zwei gleiche seitliche, etwa punktförmige, und eins dazwischen von dreieckiger oder /\-Form. Dicht über der Blattnarbe erblickt man noch ein Närbchen von Dreiecksform *(g)*. Unterhalb der Blattnarbe ist das Blattpolster in zwei Längshälften geteilt (Wangen), in deren oberen inneren Ecken (unterhalb der beiden Seitennärbchen der Blattnarbe) sich zwei größere Narben befinden *(a)*, die bei genügender Größe des Blattpolsters und guter Erhaltung eine eigentümlich körnige Struktur zeigen. Das oberste Närbchen *(g)*, genauer eine kleine Grube, ist die sogenannte Ligulargrube, die Anheftungsstelle der Ligula des Blatthäutchens, das für die Frage der Verwandtschaft dieser wie der anderen Lepidophyten eine große Rolle spielt, wie schon S. 120 gesagt wurde. Das Vorhandensein dieser Ligula, die auch in Struktur zeigenden Stücken noch die Ligula selbst darin beobachten ließ, bringt die Lepidophyten in nähere Verwandtschaft mit den ligulaten Bärlappen, den Selaginellen und Isoëten. Zur Erläuterung ist in Fig. 104 die auch bei uns zuweilen vorkommende *Isoëtes lacustris* und in Fig. 104*b* bei *L* die Ligula oberhalb eines Sporangiums abgebildet; genau an dieser Stelle kommt sie bei den Blütenorganen der Lepidophyten ebenfalls vor, was man allerdings nur aus echt versteinerten Stücken weiß. Von den drei Närbchen auf der Blattnarbe *n* entspricht das mittlere dem einzigen und zentralen Leitbündel des ehemaligen Blattes, das aus dem Stamme austretend, in das ehemalige Blatt hineinging; die zwei seitlichen Närbchen rühren von einem Geleitgewebe zarterer Natur her (Parichnos C. Eg. Bertrands), das auch im Blatt noch eine Weile das Leitbündel geleitet. Das Gewebe dieser beiden seitlichen (Parichnos-)Narben stand, wie zuerst Potonié an *Lepidophloios* nachwies, in Zusammenhang mit demjenigen der beiden Narben unterhalb der Blattnarbe *(a)*, deren Gewebe sich als sehr lakunös und interstizienreich erwies und das er deswegen als Atmungsgewebe ansprach. Er nannte daher diese beiden Narben unterhalb der Blattnarbe Transpirationsöffnungen, welcher Name in der Literatur gebräuchlich geblieben ist. Außer diesen Skulpturen bemerkt man an den Polstern mehr oder weniger deutlich und häufig noch an der Mediane Querstreifungen oder Risse, die wohl als Reißerscheinungen infolge des Längenwachstums zu deuten sind (T. 33, 7).

Lepidodendron Veltheimi Sternberg (T. 33, 6). Blattpolster gestreckt, spindelförmig, meist etwas locker gestellt, dieses durch die zwischen den einzelnen Polstern verlaufenden glatten, oft etwas wulstförmigen bezw. vertieften Bänder, die ein Hauptcharakteristikum der Art bilden. Narben im oberen Teil des Blattpolsters. Zweige mit Blättern wohl bekannt, Blätter ziemlich kurz, öfters hakenförmig gekrümmt. Ziemlich häufig und verbreitet im Unterkarbon (Kulm) aber auch noch im untersten Oberkarbon. Die Art bildet, obwohl gut erhaltene Stücke keineswegs häufig sind, ein gutes Leitfossil für die genannten tiefen Schichten des Karbons, speziell des Unterkarbons.

L. Volkmannianum STERNBERG. Blattpolster besonders im oberen Teil breiter ausladend. Blattnarbe im oberen Teil des Blattpolsters gestreckt rhombisch bis linsenförmig. Blattpolster am unteren Ende abgestutzt, wo es in der Mitte über dem nächst unteren Blattpolster aufsitzt. Hieraus ergibt sich, daß die Blattnarben nicht so sehr in Schrägzeilen als vielmehr in wagerechten und vertikalen Zeilen stehen, ein unter den *Lepidodendron*-Arten ganz ungewöhnliches Verhalten, das die Art als solche leicht charakterisiert (T. 33, 3). Gut erhaltene Stücke sind von ihr weit seltener als von der vorigen; sie kommt mit dieser in denselben Schichten vor und erfreut sich ebenfalls weiter Verbreitung.

L. aculeatum STERNBERG (T. 33, 7). Blattpolster langgestreckt spindelförmig, nicht wie bei anderen Arten (außer bei *L. Veltheimi*) sich gegenseitig berührend oder schwach gebändert, nach unten meist etwas ausgezogen, im ganzen etwa zwei- bis dreimal so lang als breit. Die Blattnarbe ist meist rhombisch bis selbst mehr quadratisch im Umriß. Närbchen auf der Blattnarbe und die darunter befindlichen Transpirationsöffnungen deutlich. Die Art ist vielleicht die häufigste der Gattung im mittleren Oberkarbon, kommt aber auch schon im unteren Oberkarbon vor und geht etwa hinauf bis zur Grenze gegen das obere Oberkarbon. An jüngeren Zweigen ist die Blattpolsterform ebenfalls langgestreckt, wenn auch die Einzelheiten sich nicht so gut erkennen lassen wie an den Blattpolstern älterer Stämme. Beblätterte Zweige sind ebenfalls bekannt. Wir brauchen indes auf sie hier nicht näher einzugehen, da die Identifizierung mancher blatttragender Zweige mit älteren Stämmen oft noch sehr im argen liegt.

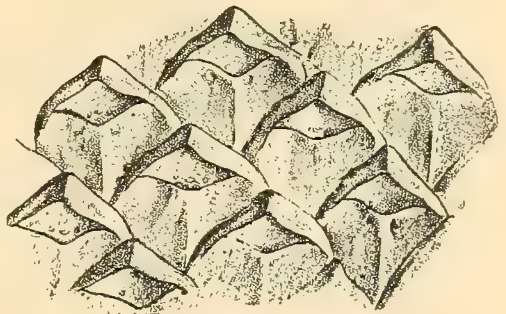


Fig. 109. *Lepidodendron obovatum* STERNB., typisches Stück mit fast quadratischen Blattpolstern. Mittl. Oberkarbon.

L. obovatum STERNBERG (Fig. 108/9) ist in bezug auf das Vorkommen mit der vorigen Art fast übereinstimmend, sie unterscheidet sich von ihr durch die mehr gedrungene Form der Blattpolster, deren Längsdurchmesser meistens nur etwa 1½mal so groß wie die Breite ist und deren untere Teile nicht so ausgezogen und mit dem nächsten Blattpolster verfließend sind wie bei der vorigen Art. Auch hier sind die genannten Narbenskulpturen bei guten Stücken alle deutlich. Bei jüngeren Zweigen ist der Umriß der Blattpolster ebenfalls gedrungen und oft selbst fast quadratisch. Man hat geglaubt, die vorliegende Art mit der vorigen vereinigen zu können, und es mag auch Stücke geben, bei denen die Zuteilung zur einen oder anderen Art nicht leicht ist; daß aber in Wirklichkeit doch zwei verschiedene Arten vorliegen, ergibt sich ziemlich deutlich aus dem erwähnten Verhalten dünner Zweige, die, wie oben gesagt, bei *L. aculeatum* bereits langgestreckte Blattpolster zeigen und nicht etwa noch kurz gedrungene, durch deren Streckung der Habitus der vorigen Art beim Längenwachstum des Stammes herauskommen würde.

L. dichotomum STERNBERG. Diese in der älteren Literatur öfter erwähnte Art ist in Wirklichkeit recht selten. Die Blattpolster erinnern etwa an die

von *L. obovatum,* erreichen jedoch nicht die Größe großnarbiger Exemplare dieser Art. Der Unterschied besteht in dem Fehlen der sogenannten, bereits mehrfach erwähnten Transpirationsöffnungen. Mittleres Oberkarbon.

L. rimosum STERNBERG, T. 32, 1. Eine ebenfalls nicht häufige Art, die sich durch besonders langgestreckte spindelförmige Blattpolster auszeichnet, die außerdem zur Ausbildung von längs runzeligen Bändern zwischen den Polstern neigen; die Blattnarbe liegt hier oft tiefer als bei den meisten Arten, nämlich etwa in der Mitte des Blattpolsters oder etwas höher. Hie und da im mittleren Oberkarbon.

L. serpentigerum KÖNIG, T. 32, 2. Eine recht seltene Art, deren meist wenig erhabene Blattpolster an die von *L. aculeatum* erinnern. Das Charakteristische besteht in dem Vorhandensein außerordentlich breiter Bänder, die meist ziemlich glatt sind, aber viel breiter als bei *L. Veltheimi,* und der ganzen Art den Eindruck geben, als wären auf eine glatte Rindenoberfläche die Polster in langen Schrägreihen aufgesetzt. Mittleres Oberkarbon.



Fig. 110. *Lepidodendron lycopodioides* STERNBERG. Mittl. Oberkarbon, Oberschlesien.

L. Wortheni LESQUEREUX, T. 33, 1, 2. Eine ebenfalls wenig häufige, aber doch recht verbreitete und häufig verkannte Art. Blattpolster oben und unten oft wenig gut abgegrenzt, verschmelzend, sehr schmal, kleiner als bei den vorigen Arten. Blattnarbe mit Närbchen wenig deutlich. Die bei den übrigen Arten vorhandene Mittellinie im unteren Teil des Blattpolsters fehlend. Besonders leicht kenntlich ist die Art meist durch starke auf den Blattpolstern sowohl über als unter der Blattnarbe auftretende starke Querrunzeln. Man könnte auch sagen, daß die Art in mancher Beziehung mehr sigillarienähnlich als lepidodendronähnlich aussieht. Hin und wieder im mittleren Oberkarbon, anscheinend mit Vorliebe in dessen oberen Schichten.

L. lycopodioides STERNBERG. Blattpolster recht lang gestreckt, mit ziemlich deutlicher Mittellinie, jedoch ist eine eigentliche Blattnarbe mit Närbchen nicht ausgebildet. Die Stelle, wo sie sitzen müßte, liegt im obersten Teil des Blattpolsters, wo auch die häufig noch ansitzenden, nicht besonders langen Blätter ihren Ursprung nehmen. Dickere Stämme mit größeren Blattnarben sind von dieser Art kaum bekannt, und die Blattpolster erreichen kaum $^1/_2$ cm Durchmesser. Fast regelmäßig findet man bei dieser Art noch Blätter ansitzend. Der Gedanke, diese Art etwa mit *L. aculeatum* zu vereinigen, muß zurückgewiesen werden, da der Mangel einer gut ausgebildeten Blattnarbe auch bei größeren Stücken dies verbietet. Es scheint, daß ein gutes Teil der gefundenen Lepidodendronzweige dieser Art angehört. Die Blätter der identifizierbaren Zweige der beiden häufigsten Arten (*L. obovatum* und *L. aculeatum*) sind länger und starrer. Häufig im mittleren Oberkarbon (Fig. 110).

L. Haidingeri ETTINGSHAUSEN. Mit diesem Namen bezeichnet man Zweige mit ziemlich langen Blättern, deren ziemlich kleine Blattpolster langgestreckt sind und eine allerdings nur zuweilen sichtbare Blattnarbe tragen, die so breit ist wie die Breite des ganzen Blattpolsters; meist wird sie von den zahlreich

ansitzenden Blättern verdeckt. Großpolstrige Formen hiervon sind nicht bekannt. Hie und da im mittleren Oberkarbon.

L. Oculus felis (ABBADO) ZEILLER, soll hier der Vollständigkeit wegen noch erwähnt sein, obgleich eine nähere Beschreibung, die auch ohne eine größere Anzahl von Abbildungen nicht gegeben werden kann, wegfallen soll. Die Art zeigt bald den Habitus eines großpolstrigen Lepidodendron mit quergestreckten, mehr oder weniger rhombischen bis quadratischen Blattpolstern und ziemlich großen Blattnarben (ohne Transpirationsöffnungen), bald mehr den Habitus von Sigillarien der später zu behandelnden Subsigillarien und zwar speziell der sogenannten klathrarischen Form (S. diese) und ist deswegen auch von manchen Autoren bald als *Lepidodendron*, bald als *Sigillaria* angegeben worden. Die Art findet sich nur im obersten Oberkarbon (Permokarbon) Ostasiens (China, Korea usw.), kommt aber in unserem und anscheinend auch im nordamerikanischen Karbon nicht vor. — Mit diesen Arten ist die Zahl der unterschiedenen Lepidodendren nicht erschöpft. Im Kulm kommt noch eine ganze Reihe anderer Arten vor, und weitere scheinen im oberen Oberkarbon hinzuzutreten. Wir gehen auf diese nicht weiter ein, da sie zu selten sind, und erwähnen nur noch das auch bei uns nicht allzu seltene



Fig. 111. *Lepidodendron acuminatum* GOEPPERT. Kulm: Niederschlesien.

L. acuminatum GOEPPERT (Fig. 111). Eine im Kulm nicht seltene Art mit kleinen, sehr schmalen, etwas gebänderten Blattpolstern, deren Blattnarbe häufig das Nähere an den Blattpolstern kaum erkennen läßt und die daher meist habituell und nach der Kleinheit der Polster bestimmt wird. Als Leitfossil ist sie immerhin nicht ohne Bedeutung.

Lepidophloios STERNBERG (deutsch etwa „Schuppenrinde"), T. 32, 4, 5. Die Gattung steht der vorigen Gattung *Lepidodendron* sehr nahe, unterscheidet sich aber durch die Form der Blattpolster und deren Anordnung. Die Polster oder vielmehr der von ihnen sichtbare Teil zeigt sich mehr breit als hoch, also meist quer rhombisch, und zeigt im unteren Teile die Blattnarben mit drei Närbchen, wie bei *Lepidodendron*. Der untere Teil des Polsters ist jedoch verdeckt. Auch hier sind aber im unteren Teil des Polsters zwei sogenannte Transpirationsöffnungen vorhanden, die allerdings nicht ohne weiteres sichtbar sind. Die Ligulargrube zeigt sich über der Blattnarbe sehr deutlich (T. 32, 5a). Daß die Stämme tatsächlich so aufzustellen sind wie in den Figuren, ergibt sich einmal aus der Lage der Ligulargrube, ferner beim Anblick blattragender Zweige, wie Fig. 112. Die Blätter sind ähnlich denen von *Lepidodendron*, in kohliger Form lang bandförmig (in Wirklichkeit mehr nadelförmig mit rhombischem Querschnitt). Verzweigte Stücke kommen auch vor und zeigen mit Vorliebe gabelige Verzweigungen wie *Lepidodendron* selbst, doch scheint diese Gattung einmal weniger stark verzweigt gewesen zu sein und andrerseits auch nicht die Größe der anderen erreicht zu haben. Sie ist

meist seltener als *Lepidodendron*, findet sich aber doch verhältnismäßig häufig im mittleren Oberkarbon sämtlicher europäischer Kohlenbecken (auch Nordamerika).

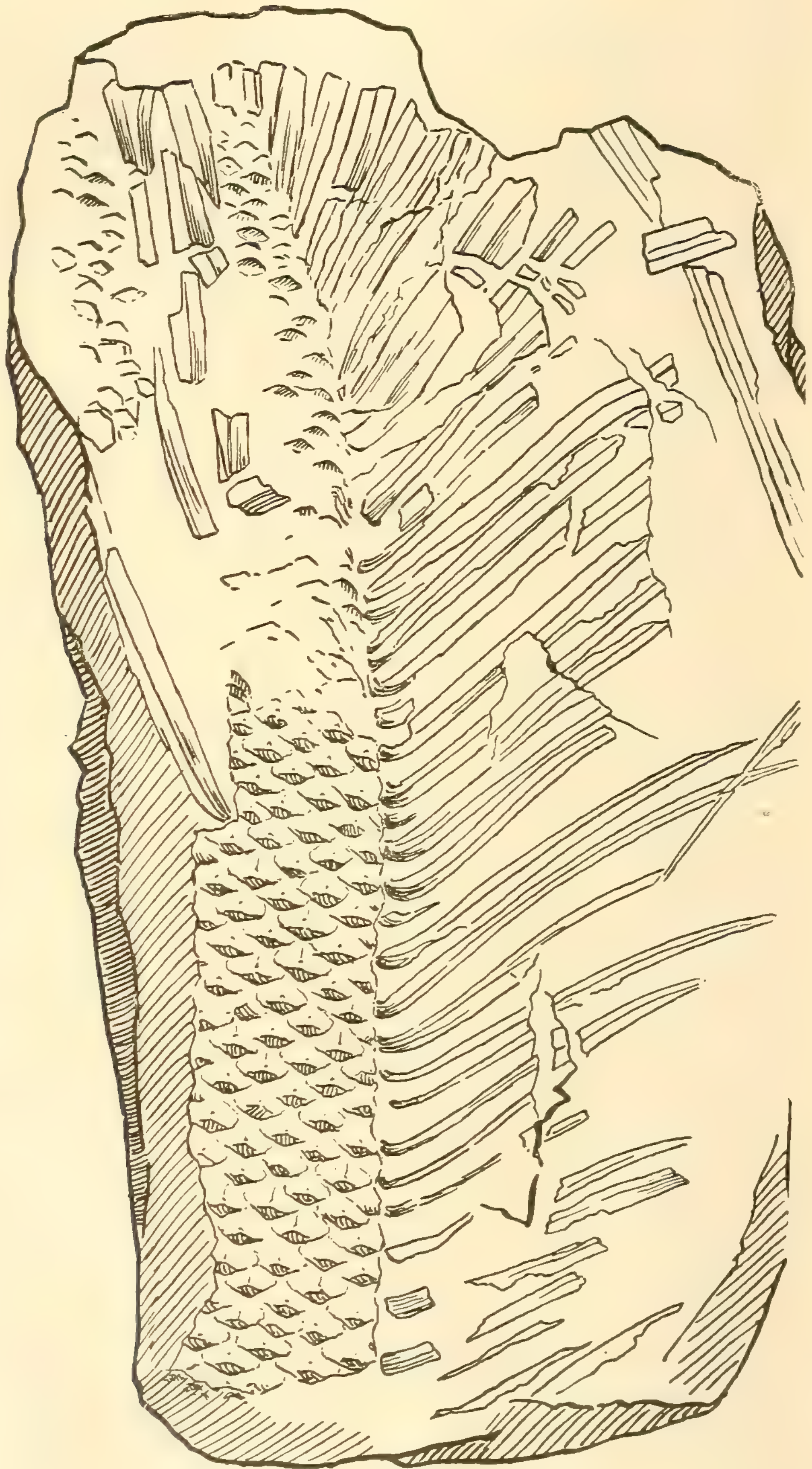


Fig. 112. *Lepidophloios laricinus* STERNBERG. Blattnarben dunkel schraffiert. Blätter noch ansitzend.

Zu dieser Gattung gehören die eigentümlichen Haloniazweige (Fig. 113 und T. 32, 3). Es sind dünnere oder dickere Äste, die mehr oder weniger regelmäßig mit knorrigen Hervorragungen versehen sind, die deutlich zeigen, daß an ihnen noch etwas daran gesessen hat. Nach allgemeiner Annahme sollen dies Zapfen gewesen sein, in welchem Falle *Lepidophloios* zu den Pflanzen mit stammbürtigen Blüten gehört haben würde. Bei guter Erhaltung bemerkt man an diesen Halonien noch die Rindenskulptur von *Lepidophloios*. Statt der Zapfen können auch Zweige an diesen Knoten gesessen haben. In Zusammenhang hat man solche oder Zapfen mit den Halonien noch nicht gefunden; die genannten Vorsprünge stehen an den Halonien meist spiralig unregelmäßig rings verteilt, doch sollen auch zweizeilig beblätterte vorkommen.

Die Zahl der Arten bei *Lepidophloios* ist noch nicht feststehend, im allgemeinen werden bisher zwei Arten unterschieden, die sich durch die Größe der Blattpolster unterscheiden.

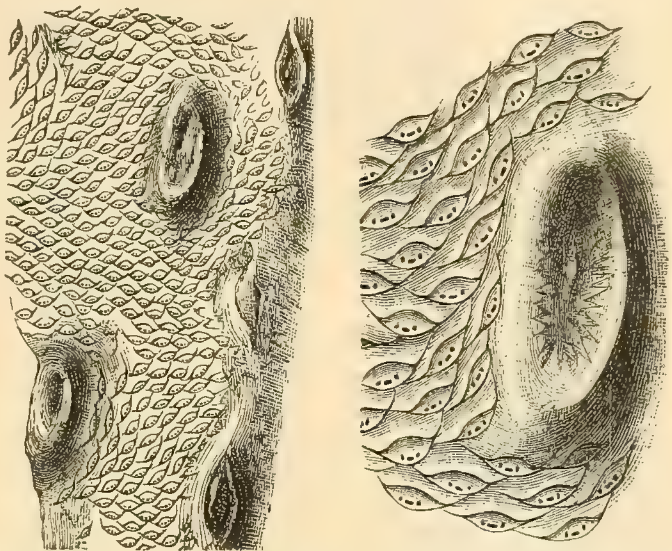


Fig. 113. *Halonia tortuosa* LINDLEY und HUTTON. Um die größeren Narben ist die *Lepidophloios*-Skulptur sichtbar. Mittl. Oberkarbon.

L. laricinus STERNBERG. Die gewöhnlichste Art (T. 32, 5) mit Blattpolstern, die etwa 1 cm breit werden mögen, neben denen selbstverständlich auch kleinpolstrige in allen Abstufungen bekannt sind (T. 32, 4). Die Halonien schließen sich, soweit ihre Skulptur erkennen läßt, sämtlich an diese Art an. Bald häufiger, bald seltener im mittleren Oberkarbon. Auch schon im unteren Oberkarbon und im Kulm kommt *Lepidophloios* vor, im Rotliegenden kaum.

L. macrolepidotus GOLDENBERG (großschuppiger *Lepidophloios*). Die Blattpolster sind bei dieser Art an 2 cm breit oder noch breiter, weitere Unterschiede sind gegen die vorige Art nicht vorhanden. Es ist jedoch bemerkenswert, daß diese Formen in gewissen Kohlenbecken häufiger auftreten als in anderen. So sind dem Verfasser die meisten Stücke aus dem Saarrevier bekannt, von wo diese Art auch von GOLDENBERG zuerst beschrieben wurde.

Erhaltungszustände der Stämme von Lepidodendron und Lepidophloios. Die Stämme dieser beiden Gattungen treten keineswegs immer in der äußeren Form so auf, wie wir sie eben näher beschrieben haben. Beim Umtransport, bei der Einbettung wurden die Stämme, Zweige usw. teilweise beschädigt; an einigen ging die Rinde verloren, bei anderen noch weitere Teile des Stammes. Bei noch anderen wurde das Hautgewebe (mit den Polsterskulpturen) isoliert und diese womöglich voneinander gerissen, so daß man gelegentlich einzeln liegende Lepidodendronpolster findet, die recht merkwürdig aussehen können. Durch die anatomische Beschaffenheit der Stämme wurden derartige Beschädigungen der Stämme bis zu gewissem Grade begünstigt, besonders die empfindliche zarte Mittelrinde konnte leicht zu einer Loslösung

des Stamminnern vom Stammäußern führen. Man findet dann vielfach das Verhältnis so, daß der innere zu einem Hohlraum gewordene Stammteil mit einem Schlamm- bezw. Gesteinskern ausgefüllt ist, während der äußere Stammteil in Form einer Kohlenschicht darauf sitzt. An diesem bemerkt man dann wohl noch die charakteristischen Umrisse und Gestalt der Blattpolster auf den Rindenoberflächen. Nimmt man jedoch die Kohle fort, so verschwinden die Polster, und der Steinkern des Stammes zeigt zwar noch die spiralige Anordnung der „Polster", die aber nur in Form unbestimmt begrenzter Wülste hervortreten. Es ist klar, daß derartige Erhaltungsformen mit dem anatomischen Bau des Stammes eng zusammenhängen; daß eine ähnliche Anordnung der Wülste vorhanden ist, wie bei den Polstern auf der Außenseite des Stammes, ist leicht verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Anordnung ja aufs engste mit der Blattstellung, d. h. mit dem Verlauf der Blattspuren im Stamme zusammenhängt. Diese „Erhaltungszustände" weichen aber im Äußern doch erheblich von der gewöhnlichen Rindenbeschaffenheit ab und sind deswegen von den älteren Autoren für etwas Besonderes gehalten worden und mit besonderen Namen belegt worden, die der Vollständigkeit wegen und weil sie in der Literatur häufig erwähnt werden, hier mit genannt sein sollen.



Fig. 114. *„Bergeria"*, teilweise entrindeter Stamm eines *Lepidodendron* aus dem Kulm.

Bergeria (nach Berger, Schüler des Breslauer Paläobotanikers Goeppert) Sternberg (Fig. 114). Polsterskulpturen angedeutet. Blattnarbe, Mittellinie usw. unsichtbar, meist nur ein Närbchen etwa in der Mitte der spindelförmigen Wülste, die Lage des Leitbündels markierend. Sehr häufige Erhaltungsformen, bei deren Auffindung man darauf achten muß, daß etwa aufsitzende Kohlenschichten erhalten bleiben, da diese oft die eigentlichen Polsterskulpturen tragen.

Aspidiaria Goeppert (Fig. 115). Hierbei sind die Innenräume der Polster auf der Rinde mit Gestein ausgefüllt worden. Das Hautgewebe ist losgetrennt, und man sieht nun auf die Polster von hinten, d. h. von der Innenseite des Stammes aus. Man erblickt regelmäßig angeordnete, etwa rhombische bis spindelförmige, meist ziemlich flache Wülste mit einer Narbe in der Mitte, den Leitbündeldurchtritt markierend. Bei günstiger Erhaltung kommt beim Herauspräparieren der ausfüllenden Gesteinsmasse das gewöhnliche Blattpolster mit Blattnarbe usw. deutlich zum Vorschein und dann immer als Negativ (d. h. nicht als Relief). Nicht so häufig wie *Bergeria.*

Knorria Sternberg (nach Knorr, Besitzer einer großen Naturaliensammlung in Nürnberg, die von Walch, Prof. in Jena, beschrieben wurde). Steinkerne mit ebenfalls spiralig stehenden Wülsten, die in Form mehr oder

weniger langer, beiderseits meist geradlinig begrenzter, oben abgeschnittener oder abgebrochener Wülste erscheinen. Wenn die Wülste nicht abgebrochen sind, bemerkt man an ihrem Gipfel eine Einkerbung oder eine Kohlenspur, dem Leitbündeldurchtritt entsprechend. Die Knorrien kann man kurz be-

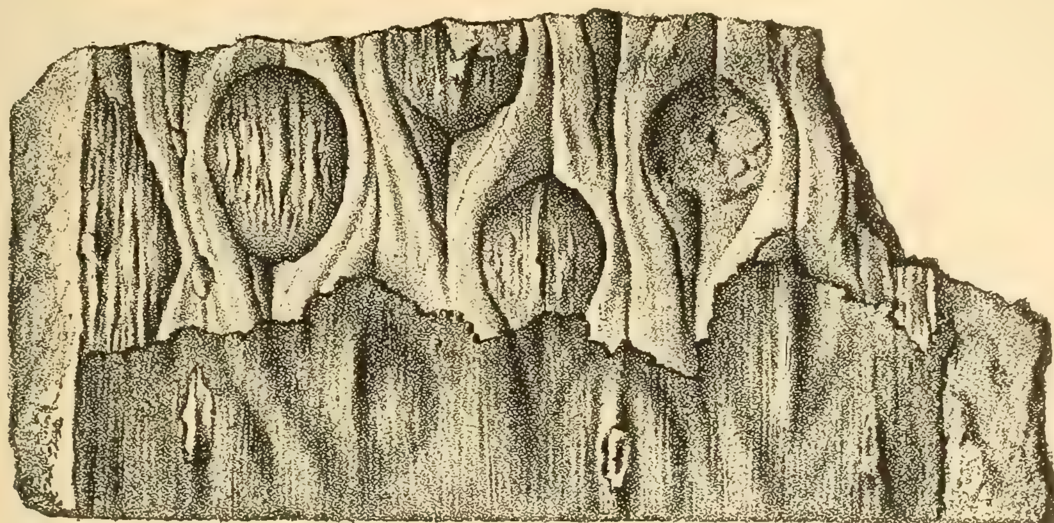


Fig. 115. *Aspidiaria* mit noch sichtbaren *Lepidodendron*-Polstern. Saarkarbon.

zeichnen als Ausgüsse des Leitbündelverlaufs im Stamme. Die Leitbündel steigen im Innern des Stammes steil abwärts und sind, wie S. 126 bemerkt, beiderseits von einem zartwandigen Geleitgewebe begleitet, das besonders leicht eindringenden Schlamm aufnahm, wodurch die scharf begrenzten, stark aufwärts gerichteten Knorriawülste wesentlich entstanden sind. Die Knorrien sind nicht immer scharf von den Bergerien geschieden und treten mit diesen zusammen besonders häufig dann auf, wenn die grobe Art des Muttergesteins (Sandstein, Grauwacke) erkennen läßt, daß ein ziemlich weiter Transport in verhältnismäßig schnell fließendem Wasser stattgefunden hat. Hierbei wird natürlich die Mehrzahl der mitgenommenen Pflanzenteile stark gelitten haben; feinere Blätter usw. sind fast ganz zerstört worden, und an den Stämmen sind durch Entrindungsvorgänge usw. während des Transports auch Beschädigungen entstanden, die zur Ausbildung der als *Bergeria*, *Knorria* usw. bezeichneten Erhaltungszustände führten.

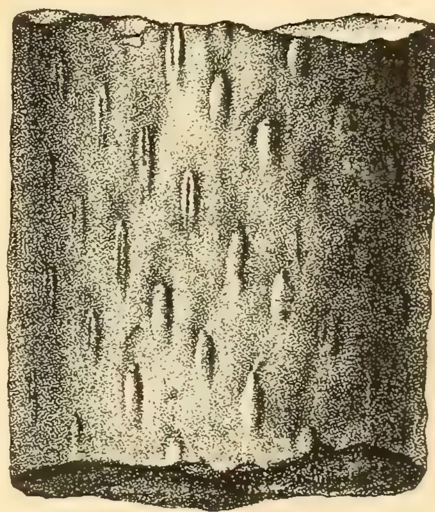


Fig. 116. *Knorria* von *Lepidodendron* mit lockeren Wülsten. Kulm, Harz.

Beblätterung von *Lepidodendron*. Von dieser war im vorigen schon hin und wieder kurz die Rede. Die Blätter waren sowohl nach den Arten als auch nach dem Alter der Zweige verschieden lang. Bei *Lepidodendron Veltheimi* hatten wir hervorgehoben, daß die Blätter auffallend kurz sind, auf welchen Umstand auch der Name für strukturbietende Exemplare dieser Art, wie sie z. B. im englischen Unterkarbon vorkommen, anspielt: *L. brevifolium* WILLIAMSON. Derähnliche Zweige, die auch mit Zweigen von

Bothrodendron Ähnlichkeit haben, sind von den Autoren früher mit Vorliebe für Lycopodiaceen und dergl. gehalten worden und daher irrtümlich als *Lycopodites* bezeichnet worden. Längere Blätter tragen Arten wie *L. obovatum, Haidingeri* u. a. Solche in kohliger Erhaltung lang bandförmig aussehenden Blätter mit einer einzigen breiten Mittelader finden sich auch oft isoliert und sind leicht kenntlich. Lange Blätter dieser Art sind nicht von den Blättern vieler Sigillarien zu unterscheiden, mit denen sie auch in bezug auf die innere Struktur die größte Ähnlichkeit haben. In Wirklichkeit waren sie gar nicht bandförmig, sondern waren im Querschnitt rhombisch (Fig. 107), und in vielen Fällen zeigen sie auf der Unterseite zu beiden Seiten der Mitteladertrace zwei ziemlich tiefe Rillen, in denen die Spaltöffnungen versenkt lagen. Derartige Blätter hatten also einen ausgesprochen xerophytischen Bau (Trockenpflanzen), und dieser Eindruck wird durch die fleischige Natur der nadelartigen Blätter noch mehr verstärkt. Diese Art xerophytischer Merkmale ist nicht die einzige, die uns in der sonst als Sumpfflora beschriebenen Steinkohlenflora entgegentritt. Derartige Merkmale haben naturgemäß den Forschern stark zu schaffen gemacht; es ist nicht unsere Aufgabe, hier Probleme der Ökologie dieser Gewächse hier zu behandeln, und ich muß in dieser Hinsicht z. B. auf das Lehrbuch der Paläobotanik verweisen (s. a. a. O. S. 470).

Im allgemeinen sitzen die Blätter nur an jüngeren Zweigen an, während sie an den dicken abgestoßen werden. Unter gewissen Umständen persistieren sie aber auch länger, wie aufgefundene Stücke mit solchen beweisen (T. 34, 1; Fig. 112). Man hat für einzelne derartige Blätter keine besondere Bezeichnung und auch für beblätterte Zweige nicht. Man muß bei diesen vielmehr herauszubringen versuchen, zu welcher Art nach den Charakteren der Stämme sie gehört haben und bestimmt sie danach. Man hat auch wohl dafür den Ausdruck *Lepidophyllum* (Schuppenblatt oder richtiger Schuppenbaumblatt). Man pflegt diesen jedoch im allgemeinen nicht für solche einfache Laubblätter zu verwenden, sondern für isolierte Fruchtblätter gewisser fruktifizierender Zapfen von *Lepidodendron*, wie in Fig. 118*b* und T. 41, 5 eins dargestellt ist. Betreffs der Anatomie der Blätter können wir in Anlehnung an die Fig. 107 noch ergänzend nachtragen, daß der größte Teil des Querschnitts der Blätter aus parenchymatischem Gewebe besteht, und daß im Zentrum etwa das einzige Leitbündel verläuft, das, wenigstens im unteren Teil des Blattes, beiderseits von einem zartwandigen Geleitgewebe wie im Stamme begleitet wird. Die Hautgewebe scheinen nicht besonders stark ausgebildet gewesen zu sein, und Palisadenzellen, wie man sie bei stark besonnten Blättern heute findet und auch schon damals fand, fehlen.

Fruktifikationsorgane (Zapfen) von *Lepidodendron: Lepidostrobus* Brgt. (Fig. 117, 118). Die Sporen bezw. Sporangien tragenden Teile der Lepidodendraceen hatten Zapfenform. Die Zapfen bestanden aus einer zentralen Achse mit lepidodendroider Skulptur, also mit einer Art von spiralig angeordneten Polsterchen, an der die zahlreichen Sporophylle ansaßen. Die Zapfen selbst waren von verschiedener Form und Größe. Manche sind gedrungen, eiförmig bis ellipsoidisch, manche aber langgestreckt, walzenartig. Die größten mögen etwa 1 Fuß Länge erreicht haben. Die Sporophylle gingen zunächst wagerecht von der Achse ab mit einem großen Sporangium an der Oberseite,

das meist längs der Basis angewachsen war. Der hintere Teil des Sporophylls, also die spreitige Spitze, war frei und mehr oder weniger steil aufwärts gerichtet und die Oberfläche eines solchen *Lepidostrobus* zeigt sich gebildet von den sich dachziegelig deckenden Sporophyllenden, von denen äußerlich je meist nur der Gipfelteil sichtbar ist (Fig. 117, 118). Diese Zapfen sind, wenigstens zum Teil, offenbar nach Art der Tannen-(*Abies*-)Zapfen zerfallen, und bei einigen scheint der Zerfall so regelmäßig eingetreten zu sein, daß es zu den größten Seltenheiten gehört, die betreffenden Sporophylle noch in zapfenartigem Zusammenhang zu finden. Die wichtigsten Aufschlüsse über die innere Struktur von diesen Zapfen verdankt man echt versteinertem Material und an diesem hat man auch zweifelsfrei nachweisen können, daß die einzelnen Sporophylle eine Ligula besitzen, jenes kleine Blatthäutchen, das für die systematische Stellung



Fig. 117. *Lepidodendron*-Zapfen, *Lepidostrobus*, noch nicht reif, an einem Zweige endständig ansitzend.

dieser Gewächse so wichtig geworden ist. Es sitzt an jedem Sporophyll unmittelbar hinter dem Sporangium. Es soll hier nicht verschwiegen werden, daß es Zapfenformen gibt, bei denen eine solche Ligula nicht gefunden worden ist, deren systematische Stellung, wie z. B. die des *Spencerites* genannten Zapfens, demgemäß noch unklar ist. An kohligen Abdrücken ist selbst dann, wenn es sich um einzelne Sporophylle wie Fig. 118 *B* handelt, eine Ligula kaum festzustellen, da sie ein viel zu zartes Gebilde ist. Eine sehr bemerkenswerte Eigenschaft (vergl. auch Fig. 118 rechts) dieser Lepidostroben oder wenigstens eines Teils davon, ist der Besitz von zweierlei Sporen; die großen Makrosporen sitzen in den unteren Sporangien, die kleineren Mikrosporen in dem oberen Teil des Zapfens. Einige Zapfen scheinen indes nur einerlei Sporen besessen zu haben. Wenn also auch diese Gewächse dann heterospor waren, müssen die großen und kleinen Sporen in verschiedenen Organen ausgebildet worden sein, wofür man aber noch keine positiven Anhalte gefunden hat.

Sowohl bei den kohlig erhaltenen Exemplaren wie bei den Struktur zeigenden hat man mehrere Arten unterschieden. Die häufigste kohlig erhaltene Art ist:

Lepidostrobus variabilis H. B. GEINITZ; ein etwa höchstens $^1/_4$ m lang werdender Zapfen von langwalziger Form, dessen freie Sporophyllspreiten ziemlich lang und schmal sind. In günstigen Fällen kann man bei solchen

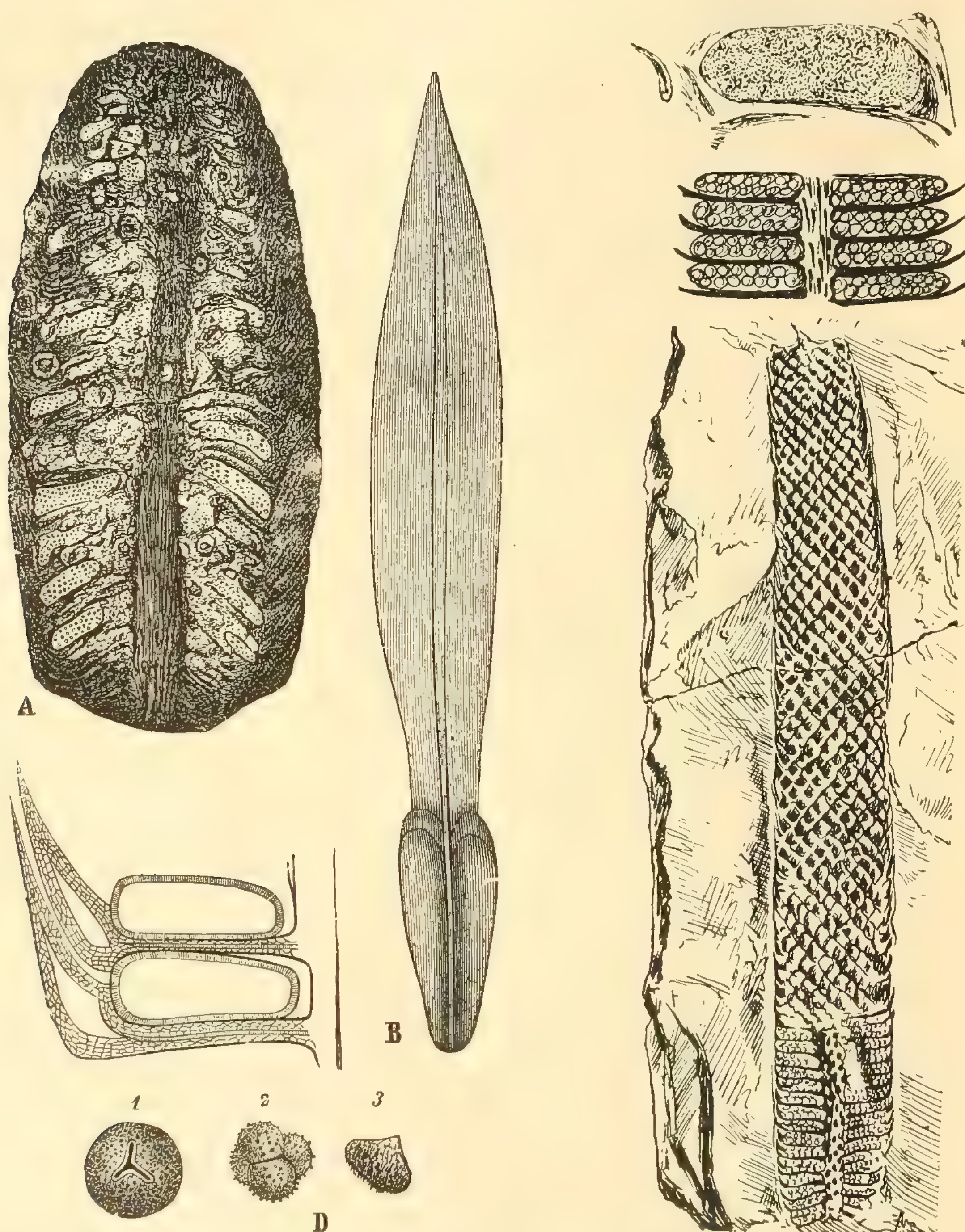


Fig. 118. Links: *A Lepidostrobus*, längs durchschnitten; *B* (links) einzelne Sporangien; *B* (rechts) *Lepidophyllum majus* BRGT.; *D* Groß-(Makro-)sporen *(1)* und Klein-(Mikro)-sporen *(2, 3)* aus dem Zapfen. Rechts: ($^1/_2$ nat. Gr.): Anderer *Lepidostrobus (L. levidensis* BINNEY), unten mit Makrosporen, oben mit Mikrosporen, darüber Sporangien, etwas vergr. Nach HOOKER und BINNEY.

Zapfen noch aus den Sporangien die Sporen durch Mazeration gewinnen. Andere Arten von Lepidostroben, insbesondere solche mit erhaltener Struktur, hier zu nennen führt zu weit und sie haben auch als engere Leitfossilien zu wenig Bedeutung. Es genügt, ihre Natur zu erkennen. Die eben genannte

Art muß zu den häufigsten Lepidodendren gehört haben, wahrscheinlich *Lepidodendron aculeatum* oder *obovatum*. Sonst ist über den Zusammenhang zwischen bestimmten Zapfen und Stämmen nicht viel Genaueres bekannt. Besonders interessant ist die Struktur einiger Zapfen aus dem älteren Karbon, z. B. desjenigen von *Lepidodendron Veltheimi* (*Lepidostrobus Veltheimi*), bei dem die Großsporen fast 1 mm groß sind, die Kleinsporen aber nur 0,02 mm. Die Großsporen zeigen eigentümliche haarartige Epidermisanhänge, die diese Sporen außerordentlich kenntlich machen. Aber auch sonst zeigen die Lepidophytensporen häufig stark skulpturierte Oberflächen. Isolierte Makrosporen mit oft deutlicher Dreieckspitze (*Sporites* oder *Triletes* benannt) finden sich nicht selten teils mit glatter, teils mit punktiert-rauher Oberfläche, die allerdings großenteils als Sigillariensporen angesehen werden (T. 41, 3).

Lepidophyllum Brongn. (Fig. 118*B* (rechts) und T. 41, 5). Mit diesem Namen belegt man mit Vorliebe, wie schon oben angedeutet, einzeln liegende Sporophylle, die am Grunde ein Sporangium aufweisen und eine mehr oder weniger lange lanzettliche oder auch kürzer dreieckig spießförmige freie Spreite erkennen lassen. Die unter dem Sporangium herziehende Mittelader erweckt den Anschein, daß es sich um zwei Sporangien nebeneinander handelt, was aber wenigstens im allgemeinen nicht der Fall ist, z. B. nicht bei dem Typus Fig. 118. Dagegen soll nach der Meinung eines amerikanischen Autors bei Formen, wie in Fig. 119, bei denen der spreitige Teil mit Vorliebe quer im Gestein eingelagert wird, ein parallel der Längsachse verlaufendes plattenförmiges Organ vorhanden gewesen sein, an dem zu beiden Seiten je ein Sporangium ansaß. Anderweit sind diese Behauptungen Basslers noch nicht bestätigt worden, und man wird erst weiteres in dieser Richtung abwarten müssen (*Cantheliophorus* Bassler).

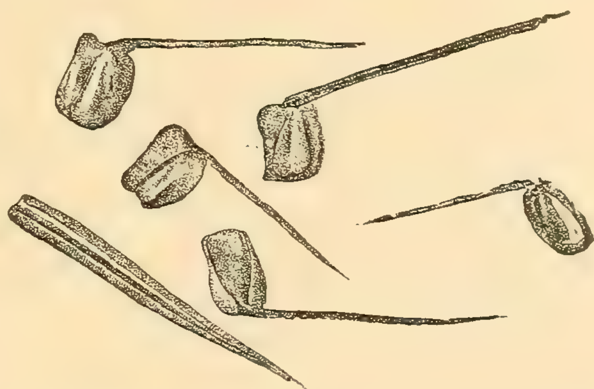


Fig. 119. *Lepidophyllum waldenburgense* Potonié. Mittl. u. unt. Oberkarbon (Waldenburger Schichten).

Lepidophyllum lanceolatum Brongniart. Die Form dieser Art entspricht dem Aussehen von T. 41, 5. Die größten Stücke mögen etwa eine Länge von 5 cm erreichen. Sehr häufig in den verschiedensten Steinkohlenbecken, im unteren und mittleren Oberkarbon. Zusammenhängende Stücke (Zapfen) selten. Unbekannt ist die Zugehörigkeit zu bestimmten Lepidodendren.

L. majus Brongniart (Fig. 118*B* (rechts)) unterscheidet sich von dem vorigen wesentlich durch die bedeutende Größe, die besonders bei der Spreite auffällt. Auch die Kohlenschicht ist demgemäß dicker als bei der vorigen Art. Ein scharfer Unterschied zwischen beiden Arten dürfte nicht vorhanden sein. Identifizieren lassen sie sich aber nicht, da in vielen Becken große Formen, die der zweiten Art entsprechen, selten oder gar nicht vorkommen, während diese gerade z. B. in Saarbrücken auffallend häufig sind. Zusammenhängende Stücke in Zapfenform bekannt, aber auch selten.

2. Ulodendraceae, Ulodendren

Einzige Gattung bisher *Ulodendron* LINDLEY und HUTTON) T. 33, 5 [*ουλη* Narbe, also Narbenbaum]). Von dieser Gattung war ebenfalls schon kurz früher die Rede (S. 121); wir brauchen das dort Gesagte hier nicht zu wiederholen und bemerken hier nur noch, daß in der Fassung dieser Gattung bei den Autoren vielfach noch nicht genügend Klarheit herrscht. Manche Autoren bezeichnen als *Ulodendron* verschiedene Arten von *Lepidodendron*-artigen Stamm- oder Aststücken, die sich durch den Besitz von zweizeilig einander gegenüberstehenden vertieften schüsselförmigen Astnarben (wie in T. 33, 5) auszeichnen; derartige Narben und Verzweigungsarten kommen indes bei verschiedenen Lepidophyten vor, nämlich 1. bei einem *Lepidodendron*, das *L. Veltheimi* sehr nahe steht, und 2. auch bei dem noch zu behandelnden *Bothrodendron*, bei dem derartige schüsselförmige Narben sogar besonders auffällig sind. Die Verwirrung kommt daher, daß eben auch die Gattung *Ulodendron* selbst durch derartige Astnarben (früher dachte man an ansitzende Zapfen, deren Abfallstellen die Narben markieren sollten) ausgezeichnet ist, was aber keineswegs die einzige und Haupteigentümlichkeit dieser Gattung ist, die vielmehr in der Beschaffenheit der Blattbasis bezw. Blattnarben liegt, mit denen die Oberfläche des Stammes dicht bedeckt ist. Oberflächlich gesehen hat man zunächst den Eindruck eines *Lepidodendron* mit kurz gedrungenem Blattpolster, ja bei einer kleineren Art auch den Eindruck einer kleinnarbigen favularischen Sigillaria (S. hinten); von manchen Autoren wird daher eine der beiden bekannten *Ulodendron*-Arten noch als *Sigillaria* bezeichnet (*Sigillaria discophora* KÖNIG). Es war schon vorn bemerkt worden, daß keine eigentliche Blattnarbe auf dem „Polster" mehr bemerkbar ist, sondern nur ein einziges Närbchen als Zeichen des Leitbündeldurchtritts. Ebenso auch keine Ligularnarbe, so daß die Stellung dieser Familie unter den Lepidophyten noch nicht ganz sicher ist. Die Blätter saßen an der ganzen Blattnarbe an und hatten im übrigen Ähnlichkeit mit denen von *Lepidodendron* usw.

Neuere Funde haben bewiesen, daß wenigstens bei *Bothrodendron* von den schüsselförmigen Narben nicht Zapfen ausgingen, sondern Äste, die sich unmittelbar beim Austritt aus dem Stamm einmal gabelten (ähnlich wie die Verzweigung bei der Farnfamilie der Zygopterideen), und daß es bei der Gattung *Ulodendron* selbst ähnlich gewesen sein dürfte, zeigt der Fund eines *Ulodendron*, bei dem statt der einfachen schüsselförmigen Narben sich je zwei am Grunde der Schüsseln unmittelbar nebeneinander befinden. Man weiß von strukturbietenden Stücken, daß durch ein besonderes Abtrennungsgewebe die anhaftenden Äste abgeworfen wurden, und an diesen mögen ihrerseits noch Zapfen angesessen haben, die uns aber unbekannt sind. Man unterscheidet im allgemeinen zwei Arten:

U. majus L. u. H., die größere Art mit größeren „Blattpolstern", die auch meist stärkeres Relief zeigen als bei der folgenden Art und bei der die schüsselförmigen großen Astnarben übereinander durch Zwischenräume getrennt waren. Hier und da im mittleren Oberkarbon (? auch unteres Oberkarbon).

U. minus L. u. H. (T. 33, 5). Wie vorher, Blattnarben aber kleiner und die Blattnarben mehr flach, *Sigillaria*-ähnlich. Schüsselförmige Astnarben

dicht übereinander, sich gegenseitig berührend. Vorkommen wie bei voriger Art, aber anscheinend etwas häufiger. Hinzugesetzt sei noch, daß verzweigte Stücke bei beiden Arten nicht bekannt sind, man also über die Wachstumsform dieser Gewächse nicht im klaren ist.

3. Bothrodendraceae

Bothrodendron LINDLEY und HUTTON (*βοθρος* Grube, also Grubenbäume). Die Familie umfaßt nur diese eine Gattung, soviel uns bekannt ist, wobei wir allerdings, wie schon vorn S. 15 gesagt, Gattungen wie *Cyclostigma*, *Porodendron* usw. davon absondern, während früher besonders *Cyclostigma* mit der vorliegenden Gattung gewöhnlich zusammengeworfen wurde, was aber ganz entschieden, wie schon aus dem Fehlen der Ligula bei *Cyclostigma* hervorgeht, unrichtig ist. Es handelt sich im übrigen um baumartige Gewächse, mit vorwiegend gabeliger Verzweigung im Habitus etwa von *Lepidodendron*, aber mit weniger langen, zarteren Blättern und feineren Zweigen.

Stämme. Rindenoberflächen erst glatt, bei Vergrößerung Längs- oder Querrunzeln bemerkbar; Blattnärbchen sehr klein, nur an jüngeren Zweigen genähert, an älteren Ästen und Stämmen entfernter, immer in typischen Schrägzeilen bezw. Quincuncialstellung :·: (T. 33, 4). Die Bothrodendraceen werden oft sehr leicht übersehen, da dem bloßen Auge sich weder eine irgendwie auffällige Rindenskulptur noch die Närbchen zeigen, die man erst mit Hilfe der Lupe wahrnimmt, wofern nicht durch eine „Knorriaartige" (S. oben) Ausbildung der Leitbündeltracen die Stellen der Närbchen von Natur stärker markiert sind. Charakteristisch ist, daß sich von dieser Gattung mit Vorliebe die Hautgewebe kohlig erhalten, die dann in losgerissenen Fetzen dem bloßen Auge noch unscheinbarer sind. Bei genauerer Betrachtung sieht man indes sehr deutlich die kleinen Blattnarben; auf jeder von dieser sitzen drei Närbchen nach Analogie der *Lepidodendron*-Blattnarben und über jeder Blattnarbe sehr deutlich ein kleines Grübchen, die Ligulargrube. Anatomisch ist die Gattung außerordentlich eng verwandt mit *Lepidodendron*, der sie auch sonst habituell und in der Fruktifikation sehr nahe steht. Die abweichende Rindenskulptur hatte dagegen frühere Autoren bewogen, sie in die Nähe gewisser Sigillarien, der Subsigillarien zu bringen, mit denen sie nach der Oberflächenskulptur des Stammes allerdings eine gewisse Ähnlichkeit haben, die aber eben nur eine rein äußerliche ist. Dickere Äste zeigen, wie schon eben erwähnt wurde, gelegentlich zweizeilig stehende, tiefe schüsselförmige Narben, deren Bedeutung als Abgangspunkte gabeliger Äste oben schon auseinandergesetzt wurde.

B. minutifolium BOULAY (T. 33, 4) ist die häufigste Art. Die Runzelung zwischen den Närbchen verläuft hier horizontal und es sind noch bei dieser Art keine ulodendroiden Äste bekannt geworden, dagegen kennt man sehr wohl blattragende Zweige, die ursprünglich für Lycopoditen, also krautartige Pflanzen gehalten wurden und unter dem Namen „*Lycopodites carbonaceus*" FEISTMANTEL bekannt gemacht wurden. Sie sehen aus wie sehr langgestreckte, oft nur wenig verzweigte, dünne, zartblätterige *Lepidodendron*-Zweige und finden sich sowohl ansitzend als auch fast regelmäßig vergesellschaftet mit Bothrod.-Stamm oder Aststücken. Die Zapfen sind bekannt (*Bothrostrobus*

Olryi ZEILLER sp.), die im allgemeinen den Lepidostroben ähneln, sich jedoch durch größere Schmalheit bei beträchtlicher Länge, also durch einen sehr schlanken Habitus auszeichnen. Auch mit Struktur sind solche bekannt, wobei sie sich, bis auf Einzelheiten, als den Lepidostroben nahestehend erweisen. Auch die Ligula ist bei ihnen an den Sporophyllen an derselben Stelle bekannt wie bei Lepidostroben, und zweierlei Sporen besaßen sie ebenfalls, wiederum unten im Zapfen die Makrosporen und oben die Mikrosporen.

B. punctatum L. u. H., eine viel seltenere Art, bei der die Runzelung vertikal verläuft und bei der gelegentlich ulodendroide Äste (siehe oben) gefunden worden sind.

Die Bothrodendren sind namentlich im mittleren Oberkarbon gar nicht selten, kommen aber auch schon tiefer, vielleicht sogar schon im Kulm vor. Im Rotliegenden ist kein Rest bekannt.

4. Sigillariaceae, Siegelbäume

Bäume von beträchtlicher Höhe und Dicke wie *Lepidodendron*, aber mit geringerer Verzweigung oder unverzweigt, bei einigen Arten in Form einfacher Gabelung am Gipfel des Stammes. Eine solche Verzweigung ist am häufigsten noch bei der Favulariengruppe, auch bei den Subsigillarien bekannt (T. 34, 2); viel seltener bei den rhytidolepen Sigillarien, d. h. denjenigen mit Längskannellierung. Die Stämme verjüngen sich vom Grunde zum Gipfel sehr allmählich, laden aber an der Basis zuweilen auffällig dick aus (Fig. 120). Sehr auffällig sind die Außenskulpturen der Rinde, die den Bäumen ihren Namen gegeben haben. Eigentliche Blattpolster fehlen. Die Blattnarben, von Gestalt sechsseitig bis verlängert-elliptisch, eiförmig bis birnenförmig, sitzen direkt der Rinde auf. Auf jeder Narbe bemerkt man drei kleinere Närbchen, wie auf den Blattnarben von *Lepidodendron*. Über den Blattnarben sitzt bei vielen Sigillarien sehr deutlich eine Grube, die Ligulargrube (T. 40, 3a). Außerdem zeigen zahlreiche Arten noch besonders feine Skulpturen zwischen den Narben; diese stehen bald entfernt, bald dicht gedrängt (im letzteren Fall typisch sechsseitig, mit bienenwabenähnlicher Stammoberfläche). Diese Skulpturen bestehen zum Teil in halbmondförmigen Bögen über den Blattnarben, in Längsrunzelungen des Stammes, in Runzelbüscheln über der Blattnarbe, in runzeliger Beschaffenheit der Mitteltrace der einzelnen Kannellierungen bei rhytidolepen Sigillarien usw., und tragen ebenfalls zur Unterscheidung einzelner Arten bei.

Die Blätter der Sigillarien zeigen allgemein auch anatomisch die Beschaffenheit derjenigen von *Lepidodendron*; sie sind meist außerordentlich lang, etwa $^1/_2$ cm breit (auch breiter), mit einer breiten Mittelader; während sie also in kohliger Erhaltung den Eindruck langer Bänder machen, machen sie bei echt versteinerter Erhaltung den Eindruck flachviereckiger, fleischiger Nadeln, und so muß ihre Beschaffenheit wie die der *Lepidodendron*-Nadeln auch gewesen sein. Zum Unterschied von *Lepidodendron* findet man nur selten noch Sigillarienstammteile mit ansitzenden Blättern. Diese müssen daher wohl sehr abfällig gewesen sein, und, soweit sie etwa noch ansaßen, bei der Einbettung meist abgerissen sein. Sie saßen schopfförmig am Gipfel

des Stammes an, und die unverzweigten Sigillarien mögen von ferne den Eindruck einer umgekehrten Zylinderbürste gemacht haben.

Die innere Beschaffenheit der Sigillarienstämme ist ebenfalls bekannt; bei der einen Gruppe (Subsigillarien) sogar schon seit BRONGNIART (1839). Die innere Struktur anderer Sigillariengruppen hat man zum Teil erst in jüngerer Zeit kennen gelernt; es ist auffällig, in wie geringer Anzahl im Verhältnis zu anderen Karbonfossilien, auch den Lepidodendren, sich in den Torfdolomiten Reste von Sigillarien und diese dazu noch meist in höchst fragmentarischer Art erhalten finden. Die Anatomie der Sigillarien weicht in verschiedenen Punkten von der der Lepidodendren ab. Erstens insofern, als die Sigillarien stets ein, wenn auch nicht gerade beträchtliches, Mark bezw. einen Markhohlraum besessen haben müssen. Fig. 121 zeigt dies ganz deutlich,

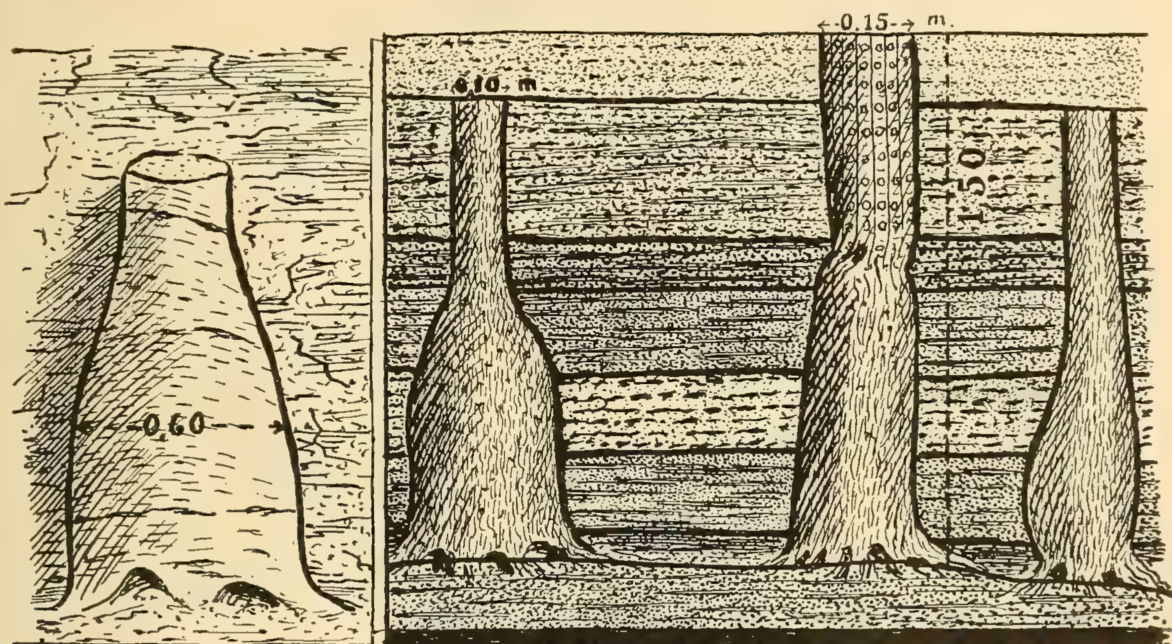


Fig. 120. An der Basis verdickte Sigillarienstämme (mit *Stigmariopsis*-Wurzeln). Nach GR. EURY.

die als Beispiel für die Sigillarienanatomie dienen mag. Um das Mark herum verläuft ein Holzkörper, dessen einzelne Holzkeile man in der Figur in Form von Vorsprüngen in das Mark deutlich erkennt. Das sekundäre Dickenwachstum dieses Holzkörpers ist nur gering, fehlt aber anscheinend nie. Die Hauptmasse des Stammes kommt hier wie bei den Lepidodendren auf einen nachträglichen Dickenzuwachs der Rinde, die in der Figur, wie auch bei *Lepidodendron*, meist in den inneren oder mittleren Teilen zerstört ist. Die Außenrinde mit den Hautgeweben hält sich leichter, da sie widerstandsfähiger ist und offenbar auf ihr auch die Standfestigkeit des Baums beruhte. In dem Beispiel der Figur 121 waren noch unter der Oberfläche etwa vertikal verlaufende Basststränge vorhanden (f), die sich in der Figur deutlich markieren. Auf der Außenfläche der Rinde saßen dann die Blattnarben, deren Blattspuren zuletzt, im Gegensatz zu *Lepidodendron*, ziemlich wagerecht verlaufen, wie man in der Figur deutlich sieht (h).

Über die Fruktifikationsorgane der Sigillarien, die, wie die von *Lepidodendron* und den meisten Lepidophyten, Zapfenform hatten, wird später zu sprechen sein. Was das Vorkommen der Sigillarien anbelangt, so sind sie im Karbon überaus gemeine Pflanzen. Manche Flöze scheinen vorwiegend aus ihnen zu bestehen, wie z. B. manche oberschlesischen Flöze in der Sattelgruppe, in deren Hangenden man meist Sigillarienreste findet. Die Sigillarien beginnen ihren Lauf später als die Lepidodendren, sind im Kulm so gut wie unbekannt, im unteren Oberkarbon große Ausnahmeerscheinungen, nehmen

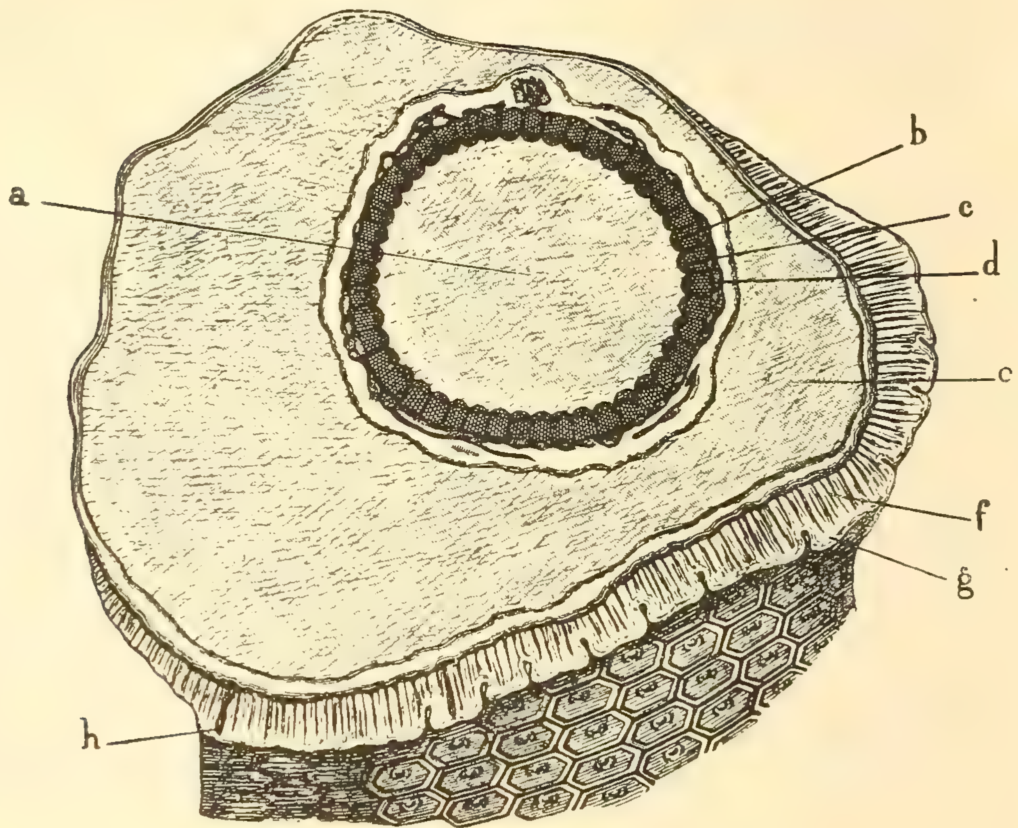


Fig. 121. *Sigillaria Menardi* BRGT. mit innerer Struktur. *a* Markhohlraum, *b* Primärholz, *c* Sekundärholz, *d* Phloëm (Siebteil), *e* Mittelrinde (zerstört), *g* Blattnarbe, *h* Blattspur. Aus SCOTT.

aber im mittleren Oberkarbon schnell zu und erreichen dort ihre größte Massenhaftigkeit; sie nehmen dann ebenso schnell wieder ab, so daß im oberen Oberkarbon rhytidolepe Sigillarien äußerst selten sind, wo sie dann durch die bis zum Rotliegenden ausdauernden Subsigillarien ersetzt werden. Das Rotliegende hat die Familie gleich den übrigen Lepidophyten nicht überdauert. Die im Buntsandstein (mittleren Buntsandstein) Deutschlands an verschiedenen Punkten gefundene „Buntsandsteinsigillarie" (*Pleuromeia*) hat mit Sigillarien und überhaupt Lepidophyten nichts oder wenig zu tun und war von früheren Forschern mit Unrecht in nahe Verwandtschaft mit den Sigillarien gebracht worden. Es ist nicht aufrecht zu erhalten, sie als letzten Nachläufer der Lepidophyten im Buntsandstein zu bezeichnen (oder gar, wie WALTHER schreibt: „Die Sigillarien retteten sich in die Buntsandsteinwüste usw.").

Wir gehen jetzt zur Betrachtung der einzelnen Sigillariengruppen und einer Anzahl wichtigerer Arten über. Wir müssen jedoch gleich bemerken, daß, was die Artunterscheidung anbetrifft, diese bei manchen Sigillarienstücken außerordentlich schwierig und fließend ist und, wenn man auch durch sorgfältige Betrachtung der häufigeren in den einzelnen Gebieten vorkommenden Formen für eine Anzahl Sigillarien recht gute Formenumgrenzungen gefunden hat, so liegt doch bei anderen Arten die Sache so schwierig, daß es selbst dem erfahrenen Fachmann oft beim besten Willen unmöglich ist, einzelne Sigillarienstücke einer bestimmten Art oder Formengruppe zuzuweisen. Man muß überhaupt bei Sigillarien den Artbegriff im allgemeinen etwas weit fassen, da man sonst leicht in eine uferlose Artenzahl hineinkommt und der Sache zweifellos nicht gerecht wird. Es darf also nicht gehofft werden, mit Hilfe der folgenden Angaben und Abbildungen etwa alle Sigillarienstücke bestimmen zu können. Man wird vielmehr bei zahlreichen derartigen Funden ohne Zuhilfenahme der Spezialliteratur nicht auskommen können; wie überhaupt in in einem solchen Leitfossilienbuch, wird man sich hier besonders damit begnügen müssen, einen Fingerzeig zu erhalten, in welche Verwandtschaft ein zu bestimmendes Stück etwa gehören mag. Besonders fühlbar sind diese Schwierigkeiten bei den längskannellierten, rhytidolepen Sigillarien. —

Nach der Skulptur der Rinde hat man seit langem die Sigillarien in einzelne Untergruppen geteilt, von denen die beiden ersten indes nicht scharf getrennt sind, wenn auch die reinen Formen extremer Art sehr unähnlich erscheinen. Man unterscheidet folgende Gruppen:

Sigillaria als Gesamtgattung (von *sigillum* Siegel) also Siegelbaum (nach der heutigen Auffassung enthält die Familie nur eine Gattung).

1. *Eusigillariae*, echte Sigillarien. Die Narben stehen in deutlichen Vertikalzeilen übereinander bis fast zur Berührung genähert oder mehr oder weniger entfernt. Narbenform verschieden. Hierher die Hauptmasse der Sigillarien.

a) Gruppe *Rhytidolepis* (rhytidolepe Sigillarien, Sigillarien mit Längsrippung bezw. Kannellierung [von *ρυτις* Falte, also faltiger Schuppenbaum]). Die Narben stehen auf besonderen geradlinigen Längsrippen, mehr oder weniger entfernt; über den Narben befindet sich oft ein halbmondförmiger Bogen und Runzelbüschel; zwischen den Narben manchmal gerade Querfurchen oder Runzelung besonders in der Mitte der Rippen. Gelegentlich sprach man auch von einer *Polleriana*-Gruppe, die Arten umfaßt mit breiten Rippen, bei denen durch starke Ausbildung einer runzeligen Zone in der Verlängerung der länglichen Narben noch eine besonders ins Auge fallende Bänderung auf den Rippen in deren Mitte entstand. Obwohl einige Arten dies sehr charakteristisch zeigen (T. 38, 1), hat es doch keinen Zweck, eine solche Untergruppierung vorzunehmen, da zuviel Übergänge zu den gewöhnlichen Formen vorhanden sind. Die Sigillarien dieser Gruppe treten in größter Massenhaftigkeit im mittleren Oberkarbon auf, und zwar in größerer Menge in Oberschlesien in der Mulden- und Sattelflözgruppe, im Ruhrrevier von der oberen Magerkohle an und sonst in ähnlichen Horizonten. Das Schema dieser Arten deutet Fig. 122*a* an.

b) Gruppe *Favularia*, Sigillarien mit bienenwabenähnlicher (daher der Name: *favula* Honigwabe) Rindenskulptur. Narben sechsseitig, sehr genähert,

durch hin und hergebogene Furchen getrennt, die der Narbenform folgen. Die Hauptentwicklung dieser Gruppe liegt im unteren Teil des mittleren Oberkarbons; im Ruhrrevier sind sie noch in der unteren Fettkohle über Flöz Sonnenschein häufig, später erlöschen sie. Es gibt Formen, bei denen sich die senkrecht übereinander stehenden Narben voneinander entfernen. Dadurch werden die seitlichen, die Narben begrenzenden Furchen gestreckt und nähern sich der Geradlinigkeit (T. 37, 3). So verhalten sich manche Arten der Rhytidolepengruppe, die dadurch ein etwas favularisches Aussehen bekommen und Übergänge zwischen beiden Gruppen bilden. Echte Favularien, wie *Sigillaria elegans* zeigen jedoch keine Annäherungen an die Rhytidolepengruppe (Schema Fig. 122 *b*).

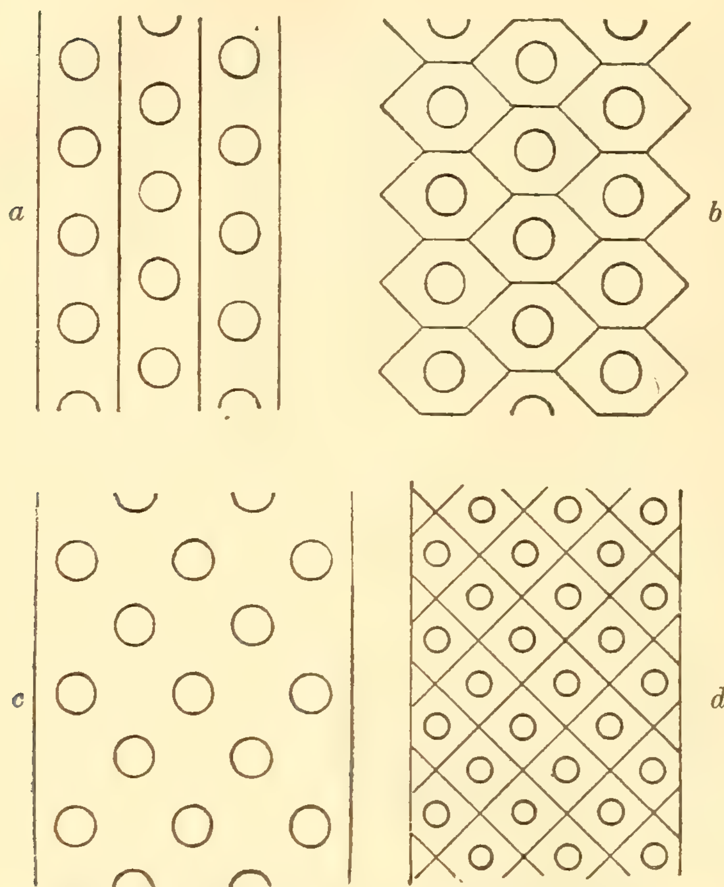


Fig. 122. Schemata der Sigillariengruppen. *a*: *Rhytidolepis*-Gruppe mit Längsriefen; *b*: Favularische Gruppe mit sechsseitigen Blattnarben; *c*, *d*: Subsigillariengruppe, leioderme *(c)* und clathrarische Form *(d)*.

2. Subsigillarien oder leioderme Sigillarien (λειος glatt, δερμα Haut; latinisiert richtiger: liodeme Sigillarien), glattrindige Sigillarien. Narben mehr oder weniger rhombisch oder etwas quergestreckt, meist getrennt voneinander, in Schräg- und Geradzeilen auf der Stammoberfläche sitzend (Quincunxstellung [Schema Fig. 122 *c*]). Längsrippen bezw. Zwischenkurven wie bei den favularischen Sigillarien fehlen. Rinde also „glatt", bei Vergrößerung aber unregelmäßig längsrunzelig erscheinend. Gewisse Formen zeigen eine Annäherung der Narben aneinander, und es kommt dann eine entfernt an die favularische Skulptur erinnernde zustande (*Clathraria*). Die letztere Skulptur ist mit der eigentlich leiodermen am selben Stück beobachtet worden, wo also an ein und demselben Stamm die Narben bald entfernter, bald stark genähert stehen. Man nennt derartige Stücke „Sigillarien mit Wechselzonen" und solche kommen auch z. B. bei der favularischen und rhytidolepen Gruppe vor. Auch T. 34, 2 ist z. B. ein solches, wie schon die verschiedene Größe der Narben anzeigt. Man bringt derartige Wechselzonen in Berührung mit Beeinflussung der Wachstumsverhältnisse durch äußere Faktoren, Trockenheit usw. In einem gewissen Zusammenhang scheinen sie indessen auch mit dem Vorhandensein einer blütentragenden Zone am Stamme zu stehen. Wir werden hierüber bei der Besprechung der Sigillarienblüten selbst näheres hören.

Bevor wir nun zur Betrachtung einzelner wichtigerer Sigillarienformen übergehen, sei hier darauf hingewiesen, daß ähnlich wie bei den *Lepidodendron*-

Stämmen, so auch bei den Sigillarien, keineswegs immer Stämme mit gut erhaltener Außenskulptur gefunden werden. Viel häufiger sind vielmehr Exemplare in mehr oder weniger „entrindetem“ Zustand. Diese unter dem Namen *Syringodendron* bekannten Objekte gehören zu den gemeinsten Fossilien des mittleren Oberkarbons; im Falle sie von Rhytidolepen herrühren, erkennt man meist noch deutlich eine Längsrippung. Bei Subsigillarien zeigen sie sich dagegen eben und nur längs gerunzelt. Von den eigentlichen Blattnarben ist meist nichts zu sehen. An ihrer Stelle erblickt man in derselben Anordnung wie die Blattnarben selber allenthalben zwei nebeneinander stehende Närbchen oder Narben, den beiden Närbchen auf der eigentlichen Blattnarbe entsprechend, selten dazwischen noch eine kleine, dem Leitbündeldurchtritt entsprechende (T. 40, 5). Den Syringodendren haftet oft noch eine Kohlenschicht an, die die äußeren Gewebe des Stammes darstellt und dann ihrerseits die eigentlichen Blattnarben an der Oberfläche zeigt. Beim Sammeln muß man diese Kohlenschicht möglichst zu konservieren suchen, da sonst die Stücke nicht bestimmbar sind.

Dicke Stämme, oder wenigstens deren Basalstücke zeigen infolge starken Dickenwachstums starke Verzerrungen der Narben bei *Syringodendron*, wodurch öfter sowohl die Geradzeilen, ja sogar zwei zusammengehörige Narben getrennt werden (T. 40, 5 rechts und links); und der Umstand, daß solche *Syringodendron*-Narben sogar auf der Außenfläche der die Stammbasen bedeckenden Kohlenschicht bemerkt werden, zeigt, daß an diesen älteren Stämmen oder wenigstens an ihrem unteren Teil die eigentlichen *Sigillaria*-Narben nicht mehr vorhanden sind, und daß die beiden *Syringodendron*-Oberflächen hier die ursprüngliche Skulptur des Stammes darstellten (T. 43, 3). Im allgemeinen ist jedoch bei *Sigillaria* festzuhalten, daß hier wie bei *Lepidodendron* die Narben lange Zeit hindurch mit in die Dicke wachsen; an der Basis alter Stämme scheint aber eine Art „Borkenbildung“ eingetreten zu sein.

Eine andere, wenn auch seltenere Erhaltungsform der Sigillarienstämme ist unter dem Namen „*Lyginodendron*“ bekannt geworden (nicht zu verwechseln mit *Lyginodendron*, dem Stamm von *Sphenopteris Höninghausi*, S. 35, mit dem allerdings eine gewisse Ähnlichkeit vorhanden ist, die in der Struktur der Außenrinde begründet ist). Wir haben bei den Sigillarien wie dort ein System von senkrecht verlaufenden, miteinander in der Längsrichtung sich maschenden Bastplatten, die bei den Sigillarien in kohliger Erhaltung ein unregelmäßig „lepidodendroïdes“ Bild erzeugen. Eine derartige Erhaltungsweise macht natürlich eine Bestimmung unmöglich, ja es kann sogar sein, daß auch gewisse Lepidodendren derähnliche Erhaltungsformen zuwege gebracht haben.

Bei den Sigillarien kommt, soweit es sich um ringsherum erhaltene, wenn auch sehr plattgedrückte Exemplare handelt, es nicht selten vor, daß eine Markausfüllung in Form eines Marksteinkerns in die Erscheinung tritt, der sich als ein nicht zu breiter Streifen oder Kern längsgerippter Form zeigt (T. 40, 1) und zunächst im Aussehen an Kalamiten erinnert, so daß man derartige Funde auch als Sigillarien „mit einem Kalamiten darin“ aufgefaßt hat; daß der Marksteinkern ähnlich wie die Kalamiten gerippt ist, ist beim Betrachten der Fig. 121 (S. 142) leicht verständlich, indem der Holzkörper der

Sigillaria, wenn er auch klein ist, doch eine ebenso ausgeprägte Markkrone, d. h. in das Mark vorspringende Holzkeile zeigt, wie es bei den Kalamiten der Fall ist. Selbstredend entbehren derartige Marksteinkerne der Sigillarien jeglicher Stengelgliederung, die bei den Kalamiten so charakteristisch ist.

I. Eusigillarien

a) Rhytidolepe Sigillarien

S. rugosa BRONGNIART (T. 38, 1). Blattnarben birnenförmig bis oval (am breitesten meist unterhalb der Mitte), oben abgestutzt bis eingekerbt, seitliche Ecken meist abgerundet. Die drei Närbchen stehen etwa auf ein Drittel der Höhe der Narbe, d. h. von oben gerechnet. Der Zwischenraum zwischen den

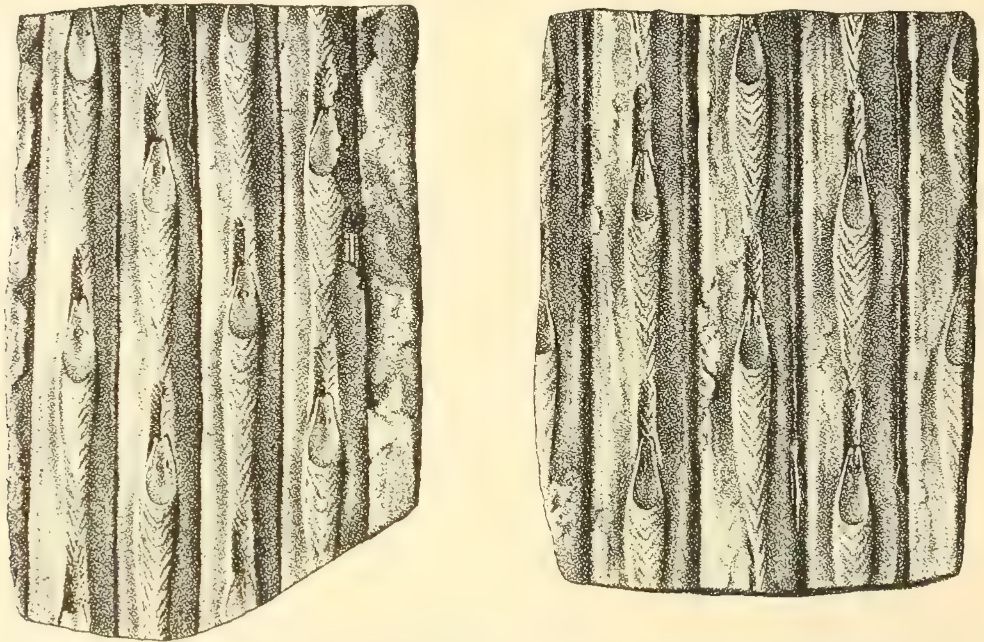


Fig. 123. *Sigillaria rugosa f. cristata* SAUVEUR. Mittl. Oberkarbon. Ruhrrevier, Zeche Vollmond bei Langendreer. Im Ruhrrevier besonders in der (unteren) Fettkohle.

Narben ist etwa zweimal so groß und größer als die Narbenlänge. Furchen (Längskannellierungen des Stammes) gerade; die auf den Rippen stehenden Narben befinden sich auf einer Art deutlich abgegrenztem Mittelstreifen, der sich durch starke Längs- oder Schrägrunzelungen auszeichnet. Rechts und links von diesen runzeligen Mittelstreifen sind die Rippen glatt. Bei ganz jungen Exemplaren fehlt anscheinend der glatte Seitenteil mehr oder weniger. Jede Narbe zeigt von der Mitte des oberen Randes ausgehend ein nach oben gerichtetes, sich später mehr oder weniger fächerig ausbreitendes Runzelbüschel.

Die Art ist im mittleren Oberkarbon häufig und steht am nächsten der folgenden *S. elongata* BRONGNIART, die sich durch eine über jeder Narbe befindliche halbmondförmige Verzierung davon unterscheidet und auch in älteren Stücken wenig oder nicht so sehr die Ausbildung einer besonderen gerunzelten Mittelzone sehen läßt. Allerdings gibt es Stücke von beiden Arten, die schwer zu trennen sind, was ja aber nach dem in der Einleitung zu den Sigillarien Gesagten auch für andere Arten gilt. Eine gewöhnliche Form, wie sie in Oberschlesien in der Muldengruppe (mittleres Oberkarbon)

zuhause ist, zeigt T. 38, 1. Eine besondere Form, ausgezeichnet durch das starke Relief und die starke Runzelung der runzeligen Mittelzone, kommt in den westlichen Becken vor, und diese Form bildet vielleicht überhaupt eine eigene Art; von den Autoren wird sie meist von der Gesamtart *S. rugosa* nicht getrennt, KOEHNE hat sie als *f. cristata* SAUVEUR besonders abgetrennt (Fig. 123). Die Formengruppe der *Sigillaria rugosa* ist im mittleren Oberkarbon sehr verbreitet, wenn auch verschieden häufig. Bei uns am häufigsten in der oberschlesischen Muldengruppe und in den westlichen Becken in einem Horizont, der etwa dem unteren Teil der westfälischen Fettkohle und der oberen Magerkohle entspricht.

S. elongata BRONGNIART. Die Beziehungen dieser der vorigen nahestehenden Art sind bei dieser bereits mitgeteilt; das Vorkommen ist etwa dasselbe (T. 39, 2).

(*S. Voltzi* BRGT. ist eine Art, die *S. elongata* ebenfalls nahe steht, sich aber von dieser durch das Fehlen einer besonderen Mittelzone und durch Querrunzelung unter den Narben unterscheidet. Die Blattnarben nehmen also meist einen größeren Teil der Rippenbreite ein. Das Runzelbüschel auf der Oberseite der Blattnarbe stark ausgeprägt. Vorkommen wie vorher, aber seltener. Bei uns öfter in Oberschlesien angegeben.)

S. Schlotheimiana BRGT. (T. 37, 4) kann an die vorige wiederum angeschlossen werden, jedoch unterscheidet sie sich durch ihre Narbenform, die viel kürzer, mehr oder weniger sechsseitig ist und scharfe Seitenkanten zeigt; Runzelbüschel am oberen Narbenrande sehr deutlich. Von den scharfen Seitenkanten laufen oft ein paar Linien herab, zwischen den Narben typische Querrunzelungen. Die Ausbildung einer besonderen Mittelzone auf den Rippen unterbleibt hier. Das Vorkommen ist ähnlich dem der vorigen Art, doch kann die Art außer in Oberschlesien in der unteren Muldengruppe und in den oberen Sattelflözschichten nicht als häufig bezeichnet werden.

S. scutellata BRGT. (T. 38, 2). Narben in der Regel trapezförmig bis mehr abgerundet sechsseitig, auch länglich-glockenförmig, etwa 3/4 der Längsrippen einnehmend, die Oberseite der Narbe meist stärker ausgebildet. Über der Narbe ein schwacher halbkreisförmiger Bogen angedeutet, Kiele an den Seitenecken oft vorhanden, meist nicht vertikal abwärts laufend. Zwischenräume zwischen den Narben stark querrunzelig, keine Runzelbüschel am oberen Narbenteil. Die Art ist eine der häufigsten im mittleren Oberkarbon und in der Form recht variabel. Die Figur zeigt eine davon.

S. Boblayi BRGT. (T. 36, 1, 2). Blattnarben meist groß, kaum unter 6 mm. Mehr oder weniger sechsseitig, gewöhnlich etwa gleich hoch und breit oder etwas breiter. Die untere Hälfte des Sechsecks kann verkürzt werden. Die Närbchen stehen über der Mitte; Zwischenraum zwischen den Narben gering, etwa halb so lang wie die Narbe bis ebenso lang. Rippen in der Regel gerade, breiter als die Blattnarben. Zwischen den Blattnarben meist eine deutliche tiefe Querfurche, die die Blattnarben oft stärker vorspringend erscheinen läßt. Von den seitlichen Ecken gehen nach unten meist zwei Kiele aus. Die Art ist in manchen Kohlenbecken und zwar speziell in dem Beckenkomplex der westlichen paralischen Becken recht häufig und kommt im Ruhrrevier etwa von der oberen Fettkohle bis in die Gasflammkohle, in letzterer besonders häufig vor. In den übrigen damit zusammenhängenden Becken in ähnlichen Horizonten.

S. tessellata Brgt. (T. 39, 1). Blattnarben rund-sechsseitig, häufig etwas gestreckt und oben etwas verschmälert; seitliche Ecken abgerundet, niemals spitz. Zwischenraum meist geringer als die halbe Narbenlänge, Furchen gerade, Rippen flach, breiter als die Narben. Zwischen den Narben je eine deutliche, aber nicht sehr scharfe, beiderseits auslaufende Querfurche. Relief der Narben ziemlich gering. Das Vorkommen ist ähnlich wie das der vorigen Art. In Saarbrücken vorwiegend in der Flammkohlenpartie, in Westfalen in der Gas- und Gasflammkohle. In den übrigen Becken in ähnlichen Horizonten, doch nicht allgemein verbreitet, wenigstens in Schlesien, Nieder- und Oberschlesien anscheinend noch nicht nachgewiesen.

S. mammillaris Brgt. (T. 37, 3). Narben im ganzen sechsseitig, untere und obere Ecken abgerundet. Seitenecken deutlich. Unterer Teil des Sechsecks oft mehr oder weniger reduziert. Furchen der Rippen gerade bis etwas gebogen zickzackförmig. Zwischen den Narben deutliche Querfurchen. Zwischenraum meist geringer als die Narbenlänge. Unterer Teil und besonders unterer Rand der Blattnarbe oft stark vorspringend, von welcher Eigentümlichkeit die Art ihren Namen hat. Die Art ist in vielen Kohlenbecken verbreitet, tritt bei uns besonders häufig in Saarbrücken und zwar in der Fettkohle auf. In Westfalen von der Fettkohlenpartie aufwärts; in Oberschlesien, in Niederschlesien scheint die Art wenig häufig zu sein. In Niederschlesien ist eine ihr verwandte und auch *S. Boblayi* nahestehende Art dagegen häufiger: *S. barbata*, auf deren Beschreibung wir uns hier nicht weiter einlassen.

S. principis Weiss (T. 37, 1). Blattnarben trapezförmig infolge starker Reduktion des unteren Teils, die Seitenecken deutlich, sonst abgerundet. Rippen gerade, Zwischenraum zwischen zwei Narben zwei- bis dreimal soviel als die Narbenlänge. Über jeder Narbe eine gerade oder schwach sichelförmig gekrümmte Querfurche. In den meisten Fällen zeigt die Art von den Seitenecken vertikal herablaufende Kiele, Rippen sonst glatt. Die Art zeigt ein vertikal recht beschränktes Vorkommen und ist nur aus den obersten Schichten des mittleren Oberkarbons, d. h. bei uns namentlich am Piesberg und bei Ibbenbüren bekannt, in England, Frankreich und Belgien in den entsprechenden Schichten.

S. cumulata Weiss (T. 37, 2). Die Art erinnert bei roher Betrachtung ebenso sehr an eine favularische als an eine rhytidolepe Sigillarie, da die Narben meist typisch sechsseitig sind und die Furchen mehr oder weniger zickzackförmig und die übereinanderstehenden Narben sehr genähert sind. Die gebogenen Längsfurchen sind, was allerdings nur bei nennenswerter Breite bemerkbar wird, durch eine Längsrunzelung ausgezeichnet, und im Gegensatz zu den favularischen Sigillarien sind die Seitenecken unserer Art stets abgerundet. Vorkommen wie das der vorigen Art.

S. laevigata Brgt. Narben mehr oder weniger rund, aber mit Seitenecken, wenig hervortretend, etwa 2 bis 3 Narbenlängen voneinander entfernt; Runzelung der Rippen, Querfurchen usw. fehlend (daher *laevigata*, die geglättete). Oft herabgezogene Kiele vorhanden wie bei *S. principis*, der sie oft ähnelt. Rippen gerade, breiter als die Narben, Querfurchen über der Narbe fehlen. Vorkommen namentlich im oberen Teil des mittleren Oberkarbons. Verwandt mit dieser Art sind Formen mit ebenfalls glatten Rippen

ohne Skulpturen, deren Narben mehr quergestreckt sind, spitzere Seitenecken haben und fast die ganze Rippenbreite einnehmen (z. B. *S. transversalis* BRGT.).

b) Favularische Sigillarien, bienenwabenartig gezeichnete Sigillarien

Es war bereits früher hervorgehoben worden, daß eine wirklich scharfe Grenze zwischen dieser und der vorigen Gruppe nicht besteht, und Arten wie *S. mammillaris* und *cumulata* sind Beispiele für solche Formen. Der Artenreichtum der favularischen Gruppe ist offensichtlich weit geringer als der der vorigen, obwohl auch hier eine größere Menge von Arten, Varietäten und Formen unterschieden worden sind. Bei einem Teil derselben laufen die Unterschiede letzten Endes auf die Größe und kleine Differenzen der Narben hinaus, und darauf sind unter Verwendung anderer wenig erheblicher Merkmale eine Unmenge Formen unterschieden worden; auch noch KOEHNE hat in den Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste I bis III nach unserer Meinung noch eine zu große Zahl festgehalten; die kleinnarbigen Formen wie *S. loricata, microrhombea* sind wohl nur Jugendformen größernarbiger Formen. Wir fassen diesen ganzen Formenkreis in eine Art zusammen, *S. elegans* BRGT. (*S. elegantula* WEISS), und nur beim Vorhandensein besonders triftiger Unterschiede kann man besondere Arten festhalten. Die favularischen Sigillarien sind besonders häufig in den mittleren und unteren Teilen des mittleren Oberkarbons, also im Ruhrrevier z. B. in der unteren Fettkohle und in der Magerkohle.

S. elegans BRGT. Blattnarben sechsseitig, stets mit scharfen Seitenecken; obere und untere Ecken mehr oder weniger abgerundet. Blattpolster meist gut abgegrenzt durch stark zickzackförmige bis schwächer wellige Längs- und Querfurchen. Zwischenraum zwischen den Narben meist sehr gering. Querfurche gerade, bis an die Längsfurchen durchgezogen und mit diesen oft ein deutliches Sechseck bildend. Über die Variationen der Größe der Narben belehren die Abbildungen T. 35, 1—3. Bei den großnarbigen Formen ist der Zickzackverlauf der Längsfurchen oft weniger ausgeprägt, und es kommen Übergangsformen zur vorigen Gruppe zustande. Bei den kleineren Formen pflegt die Blattnarbe mit Vorliebe breiter als hoch zu sein und die Seitenecken besonders scharf bis selbst spitz. Bei dieser Art sind einmal gabelig verzweigte Stücke (T. 34, 2) am häufigsten gefunden worden. Die Blütennarben sind bei ihr im Gegensatz zu den meisten anderen Arten rundlich von der Form kleiner Schüsseln oder Vorsprünge (T. 35, 1). Die Art findet sich in den meisten Kohlenbecken, in denen genügend tiefe Schichten entwickelt sind, sehr häufig in allen möglichen Größenverhältnissen; großnarbige Formen *(„Sigillaria fossorum")* und kleinnarbige *(„Sigillaria microrhombea")* kommen nebeneinander vor. Speziell häufig sind diese Arten wieder in den westlichen paralischen Becken. In Westfalen z. B. massenhaft über und unter Flöz Sonnenschein, also in der Magerkohle und unteren Fettkohle. In Saarbrücken fehlen sie ganz, da so tiefe Schichten dort nicht bekannt sind; in Oberschlesien sind sie nicht häufig, gemein dagegen wieder in dem Aachen-Limburgisch-Belgisch-Französischen Komplex sowie in Großbritannien.

S. cancriformis WEISS (T. 35, 4). Diese Form kann kurz beschrieben werden als eine verhältnismäßig kleinnarbige favularische Sigillarie, deren oberer Rand eine auffällig starke Einkerbung besitzt. Die Art ist mir nur

aus der unteren oberschlesischen Muldengruppe (auch obere Sattelgruppe) bekannt und aus den Reichhennersdorfer Schichten Niederschlesiens.

S. decorata Weiss. Eine Art, die auch mit einigen Formen aus Böhmen und sonst Verwandtschaft zeigt, aber in größerer Menge und typischer Form mir nur aus der oberen oberschlesischen Muldengruppe bekannt ist; sie kann kurz beschrieben werden als eine favularisch aussehende Sigillarie, deren Narbenform gedrungen birnenförmig ist, mit zwei ziemlich scharfen Seitenecken, unten mit abgerundetem Unterteil. Sie ist auch, vielleicht mit gewissem Recht, mit Subsigillarien verglichen worden.

2. Subsigillarien, leioderme oder glattrindige Sigillarien

Die Gruppe ist die jüngste Sigillariengruppe und kommt fast nur vom oberen Oberkarbon bis zum Rotliegenden vor. Mit ihr sterben zugleich die Sigillarien aus. Die Arten zeigen zum Teil entferntere Blattnarben auf einer glatten Rinde; zum Teil sind diese aber, und zwar bei derselben Art, auch mehr genähert, dann kommt es zu Furchen- und Felderbildungen und zu Skulpturen, die den favularischen ähneln. Bei anderen, besonders kleinnarbigen Arten, kommt eigentlich nur diese Form vor, die man als „klathrarische" bezeichnet. Wir gehen unmittelbar zur Beschreibung der Arten über. Die häufigste ist

S. Brardi Brgt. (T. 40, 2, 3; 43, 3). Narben mehr oder weniger sechsseitig, meist groß; Seitenecken scharf, untere und obere Ecken abgerundet. Ligulargrube über jeder Narbe ziemlich groß und deutlich. Narben schwach hervorspringend, in regelmäßigen Schrägzeilen verteilt. Es kommen sowohl Formen mit locker stehenden Blattnarben vor als auch solche, bei denen dieselben dicht aneinander gedrängt sind *(Clathraria)*, und beide Skulpturen sind sogar an demselben Stück beobachtet. Bei Entrindung erscheinen die Stämme vollständig glatt, und an Stelle jeder Blattnarbe erblickt man zwei Einzelnärbchen, so daß das Ganze dann ein rippenloses *Syringodendron* vorstellt (T. 40, 2). An der Basis dicker Stämme waren auf der Oberfläche der Rinde keine Blattnarben mehr sichtbar, sondern diese wahrscheinlich durch eine Art Borkenbildung abgestoßen. Es bildet sich dann ein Bild etwa wie T. 43, 3. Als Wurzelstock wird zu dieser Art wahrscheinlich nicht *Stigmaria*, sondern *Stigmariopsis* (S. hinten) gehört haben. Auch bei diesen Formen sind gegabelte Stammstücke nicht unbekannt. Vorkommen im oberen Oberkarbon und unteren Rotliegenden. Letzte der Sigillarien, aber verhältnismäßig häufig und verbreitet. Die Art wird auch aus den Gondwanagebieten (Süd-Brasilien, Süd-Afrika) angegeben, doch hat Verfasser stets die Auffassung vertreten, daß die Identität mit der europäischen Art nicht erwiesen ist und daß man höchstens von dem Vorhandensein einer Subsigillarie sprechen kann, da gerade die häufigsten europäischen Formen, nämlich diejenigen mit entfernt stehenden Narben, dort unbekannt sind, und nur „klathrarische" Formen gefunden sind.

S. Menardi Brgt. umfaßt Formen wie Fig. 121, stellt also gewissermaßen kleinnarbige klathrarische Formen dar, die noch mehr als die entsprechenden von *S. Brardi* favularischen Eindruck machen. Sie sind seltener als die eigentlichen *Brardi*-Formen. Eine recht eigentümliche Art, die auch hierher gehört, ist

Sigillaria ichthyolepis STERNBERG (Fischschuppenartige Sigillarie; = *Sigillaria Defrancei* BRGT., T. 39, 3). Bei den meisten Stücken der Art, deren Narben ziemlich groß und fast doppelt so breit als hoch sind, verraten die starken Abrundungen an der unteren Oberkante der Narben mehr oder weniger leicht die nicht favularische Natur. Charakteristisch sind die überaus spitzigen zickzackförmigen „Längs"furchen, wenn man von solchen überhaupt hier sprechen will. Auch diese Art macht bis zu einem gewissen Grade einen favularischen Eindruck, gehört aber ganz sicher nicht in diese Gruppe, sondern in die Verwandtschaft der Subsigillarien. Vorkommen meist nicht häufig, doch ist sie im oberen Oberkarbon des Saarreviers (Ottweiler Schichten) in größerer Menge gefunden worden, weswegen sie hier aufgeführt wird.

Fruktifikationen von Sigillarien. Ähnlich wie die Fruktifikationsorgane von *Lepidodendron* waren die von *Sigillaria* zapfenförmig. Sie unterschieden sich von jenen sowohl äußerlich als durch andere Umstände. Während die der Lepidodendren (meist) endständig an Ästen ansaßen, waren die der Sigillarien stammbürtig, d. h. sie saßen nicht an den Spitzen der Äste der ja nur sehr wenig verzweigten Sigillarienstämme, sondern kamen unterhalb der Krone direkt aus dem Stamme heraus. Diese Stammbürtigkeit (Cauliflorie) der Sigillarienblüten war für POTONIÉ einer der Hauptgründe für die Annahme eines tropischen Klimas für die Steinkohlenvegetation, da man diese Eigentümlichkeit heutzutage vornehmlich bei Bäumen des tropischen Regenwaldes findet. Die Zapfen müssen, da ihre Stengel nur schwach waren, am Stamm heruntergehangen haben; die Ansatzstellen davon sieht man an den Sigillarienstämmen sehr oft in Gestalt von anders gestalteten, runden oder länglichen Narben, die zwischen den gewöhnlichen Narben des Stammes sitzen. Die Abbildungen auf Taf. 34, 2; 35, 1; 36, 1 zeigen diese Narben sehr deutlich. Die Zapfen selbst führen den Namen *Sigillariostrobus* SCHIMPER. Die Zapfen scheinen sehr leicht zerfallen zu sein, da man meist die Blätter derselben isoliert findet. Diese unterscheiden sich von denen der Lepidodendren durch ihre meist geringere Größe und die Form der Spreite, die hinter dem Sporangium seitlich zwei Ecken zeigt und von da, zunächst etwas eingezogen, sich zur Spitze verschmälert. Die Sporophylle sind so mehr spieß- oder pfeilförmig. Am Grunde hat man bei ihnen noch die Sporen ansitzen sehen, meist finden sich aber auch diese isoliert; sie haben ein Aussehen wie die auf Taf. 41, 3 abgebildeten. Das Aussehen eines noch in Zusammenhang erhaltenen Zapfens zeigt Taf. 41, 2, das auch die Form der Sporophylle gut erkennen läßt. Bei dem leichten Auseinanderfallen der Zapfen finden sich recht häufig die der Sporophylle entblößten Achsen derselben allein; sie sehen recht charakteristisch aus. Ihr Aussehen zeigt Taf. 41, 4 deutlich. Man hat bisher die Sigillarienzapfen nur mit einerlei und zwar den ziemlich großen, abgebildeten Sporen (T. 41, 3 und Fig. 124) gefunden, die allgemein als Makrosporen aufgefaßt werden. Wo die zugehörigen Mikrosporen gesessen haben, weiß man nicht. Mit Struktur erhaltene Sigillarienzapfen waren bis vor kurzem nicht bekannt, jedoch scheint der als *Mazocarpon* BENSON beschriebene Zapfen


Fig. 124. Haufen von Sigillarien-(Makro-) Sporen. Oberschles. Karbon.

einen solchen darzustellen. Das Sporangium zu den Sporen ist — abgesehen von dem erwähnten strukturzeigenden Stück — nicht bekannt; man nimmt an, daß die darin eingeschlossenen Sporen durch Zerfall der Sporangiumwände freigemacht wurden (dies ist übrigens auch bei dem mehrfach erwähnten *Isoetes* der Fall). Man unterscheidet verschiedene Arten von Sigillarienzapfen; wohl die bekannteste ist die abgebildete: *Sigillariostrobus Tieghemi* Zeiller (T. 41, 2). Bestimmbare Exemplare sind jedoch sehr selten, da, wie erwähnt, die Zapfen meist nur in ihren Einzelteilen getrennt vorkommen (Sporen, Achsen und Sporophylle für sich).

Über die Beblätterung der Sigillarien ist schon S. 140 gesprochen worden, dem hier nichts mehr hinzuzufügen ist.

5. Unterirdische Organe von Lepidophyten (Stigmaria und Stigmariopsis)

Die unter dem Namen *Stigmaria* (*στιγμα* Narbe, also Narbengewächs) bekannten Stammreste der Steinkohlenformation sind durch glückliche Funde schon vor längerer Zeit als die unterirdischen Organe von Lepidophytenstämmen erkannt worden. Man kennt von ihnen, wie T. 41, 6 u. T. 42 zeigt, bei denen auf den unterirdischen, noch horizontal ausgebreiteten Organen noch Stammstümpfe aufsitzen, ziemlich mächtige Exemplare, deren Herausgewinnung aus dem Boden indes mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Und so hat auch das in T. 41, 6 dargestellte Fossil in Bruchstücken gewonnen und diese an dem Orte der Aufstellung wieder zusammenmontiert werden müssen. Der aufsitzende Stammstumpf gehört hier einer Sigillarie an, deren Narben zwar nicht erhalten sind, die aber deutlich die *Syringodendron*-Skulptur erkennen läßt, von der bei den Sigillarien die Rede war. Zu solchen Stigmarien haben indes nicht nur Sigillarien, sondern auch Lepidodendren gehört. Wenn auch die Funde, die einen identifizierbaren *Lepidodendron*-Stamm in Zusammenhang mit der den Wurzelstock bildenden Stigmarie zeigen, spärlich sind — die Gründe hiervon sind noch nicht recht ersichtlich — so muß ein Zusammenhang schon aus dem Grunde angenommen werden, weil sich Stigmarien schon in den (tieferen) Schichten des Oberkarbons finden, in denen noch keine Sigillarien vorkommen. Schon im Kulm sind sie wohl bekannt.

Man hat sogar guten Grund anzunehmen, daß auch die Bothrodendren Stigmarien als Wurzelorgane gehabt haben, doch sind hier die Funde noch weniger befriedigend. Ob etwa noch andere lepidophytenähnliche Gewächse, von denen wir nachher noch kurz einige betrachten werden, im Boden mit Stigmariakörpern gewurzelt haben, ist ungewiß und vielleicht auch nicht wahrscheinlich.

Während die meisten Sigillarien und zwar jedenfalls die der rhytidolepen und favularischen Gruppe Stigmarien als Wurzelstöcke gehabt haben, machen die Subsigillarien oder wenigstens ein Teil davon, vielleicht auch noch einige der Rhytidolepen eine Ausnahme, indem sie als Wurzelstöcke die abweichende eigentümliche *Stigmariopsis* besessen haben, von der nachher noch die Rede sein wird.

Wir gehen nach diesen Vorbemerkungen zur genauen Beschreibung der Stigmarien über, die, wie es bei den Einzelorganen so großer baumförmiger

fossiler Gewächse der Steinkohlenformation gewöhnlich geschah, wegen ihres eigentümlichen Aussehens und wegen ihres meist getrennten Vorkommens für besondere Gewächse gehalten wurden und den obigen Namen bekamen.

Stigmaria ficoides BRGT. (T. 43, 1 u. Fig. 125). Die Stigmarien sind stammartige, runde oder meist flach zusammengesunkene sproßartige Organe, die auf ihrer Oberfläche, wie die Figuren zeigen, kreisrunde Narben mit einem größeren Punkt in der Mitte besitzen; sie stehen unregelmäßig oder mehr

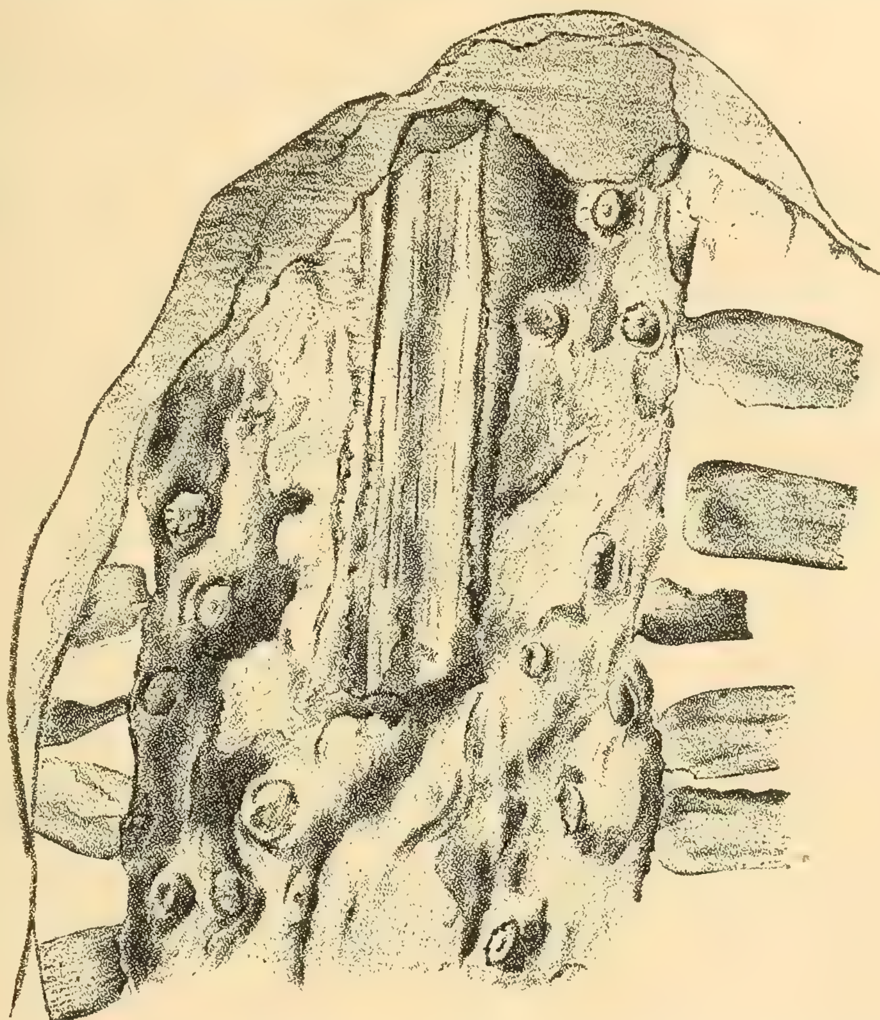


Fig. 125. *Stigmaria ficoïdes* BRONGNIART. Rhizom (Wurzelstock) mit den noch anhaftenden Wurzelorganen („Appendices"). Im Zentrum des Stammes ist ein Ausguß des Marks sichtbar (Marksteinkern). Mittl. Oberkarbon, Oberschlesien.

regelmäßig in „Quincunx"; der Rand ist erhöht, die vertiefte Mitte trägt das genannte punktförmige Närbchen. Die vollständig erhaltenen Stigmarien, wie sie die Figuren T. 41, 6 u. T. 42 zeigen, erweisen sich als typisch gabelig verzweigt, wobei die ersten Gabelungen an der Stammbasis sehr rasch aufeinander folgen und deswegen äußerlich in einer Ebene zu liegen scheinen. Die weit ausholenden Gabelstücke sind mehr oder weniger auffallend horizontal ausgebreitet und ziehen sich oft meterlang im Gestein hin. Gewöhnlich beobachtet man von den Stigmarien nur einzelne dünnere Stücke, sowie sie etwa T. 43, 1 darstellt, wo man in einem aufgeschlagenen Bohrkern einen *Stigmaria*-Körper liegen sieht, eine beim Zerschlagen der Kerne einer Steinkohlenbohrung ganz gemeine Erscheinung.

Die Stigmarienkörper oder -sprosse stellen indes nicht die vollständige *Stigmaria* dar. Dies sieht man auch bei genauerer Betrachtung an dem abgebildeten Bohrkernstück. Man bemerkt hier, daß, von den runden Narben der Sproßstücke ausgehend, verhältnismäßig breite, skulpturlose, kohlige Bänder das Gestein oft nach den verschiedensten Richtungen durchziehen, blattartige Anhängsel, die als Wurzelorgane gewirkt haben müssen, die an ihrem Ende dann ihrerseits noch einmal, zuweilen auch zweimal gabelig geteilt waren. Diese Organe waren von empfindlicher, sehr schlaffer Struktur, nach Art eines hohlen Schlauchs gebaut, worüber nachher noch bei den Mitteilungen über die Anatomie der Stigmarien kurz zu sprechen sein wird.

Solche Stigmarien mit den „Appendices" — ein Verlegenheitsausdruck (Anhängsel), da diese Organe, die doch zweifellos Wurzelfunktion gehabt haben müssen, verhältnismäßig mehr Blattartiges als Wurzelartiges zeigen — sind sehr häufige Fossilien; sie finden sich in vielen Steinkohlenbecken fast unter jedem Flöz und bilden die Wurzeln, die die erste Vegetation, mit der jeweils die Flözbildung begann, in den schlammigen Boden hineingetrieben hat. Die oberen Teile dieser Pflanzen stecken mit im Flöz und sind in der allgemeinen, homogenen Kohle zunächst nicht weiter wahrnehmbar. Das Vorkommen solcher Stammstümpfe im aufrechten Zustand und das Vorkommen der Stigmarien mit den sonst leicht abreißenden Anhängseln daran ist ein unanfechtbarer Beweis dafür, daß diese Pflanzenteile noch in ihrer ursprünglichen Wachstumsart an Ort und Stelle in dem Gestein so eingebettet sind, wie sie in dem damaligen Boden gewachsen sind (autochthone Stigmarien), und die Stigmarienböden („Liegendes", Underclay der Engländer und Amerikaner) spielen bei der Frage, ob die überlagernden Steinkohlenflöze autochthon, an Ort und Stelle entstanden sind, eine große Rolle. Findet man Stigmarien, die durch den Wassertransport von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernt sind, so sind bei diesen die Anhängsel verschwunden, da sie, wie schon gesagt, sehr leicht abreißen. Die zahllosen, das Gestein im Flözliegenden kreuz und quer durchziehenden Stigmarienanhängsel geben diesem Gestein, da es beim Zerschlagen mit Vorliebe nach den eingebetteten kohligen Pflanzenresten als Kohäsionsminima auseinanderspringt, eine ganz unregelmäßige, der Schichtungsfläche durchaus nicht folgende Klüftigkeit und Brüchigkeit. Neben den Stigmarien selbst kommen darin nur untergeordnet andere Pflanzenreste vor. Im Gegensatz zu dem klüftigen Liegenden solcher Flöze steht das meist sehr schön nach der Schichtfläche spaltende Hangende — soweit es nicht reiner Sandstein ist — und diese Hangend- oder Dachschiefer enthalten auch die große Masse der Blattabdrücke, Stammreste und sonstigen Organe der verschiedenen Steinkohlenpflanzen. Die außerordentliche Verschiedenheit des Hangend- und Liegendgesteins der Flöze hatte den Bergleuten sich natürlich fühlbar gemacht, da sie bei der Kohlengewinnung öfter von dem „Nebengestein", sei es nun von dem Hangenden und Liegenden, etwas mitnehmen müssen, um die Höhe der Stollen zu vergrößern.

Es gibt von *Stigmaria* nur wenig verschiedene Formen. Die häufigste und überall gemeine ist die *Stigmaria ficoides* Brgt., auf die die Beschreibung des vorigen und die Abbildungen T. 43, 1 u. Fig. 125 passen; sie ist aber nicht die einzige Art, die davon existiert, wenn auch manche beschriebenen Formen

nichts weiter als zufällige oder nachträglich entstandene Erhaltungsformen sein mögen. Hierher gehört z. B. *St. undulata* GOEPPERT, die man kurz beschreiben kann als eine *St. ficoides*, bei der die einzelnen Narben von gekrümmten Linien umgeben sind, die sich in Wellenform, öfter bis zu einem gewissen Grade an die Begrenzung von großen *Lepidodendron*-Blattpolstern erinnernd, zwischen den runden Narben hinziehen. Es scheint, daß diese Skulptur mehr nur von Kniffungen und Verschiebungen der Hautgewebe einer gewöhnlichen *Stigmaria* herrührt. Die Arten kommen im ganzen Oberkarbon, auch schon im Kulm vor, werden im oberen Oberkarbon selten und fehlen anscheinend schon im Rotliegenden.

St. Eveni LESQUEREUX ist eine *Stigmaria*, die im ganzen der vorigen durchaus ähnelt, bei der aber die Narben ganz auffällig klein sind, während die Dicke der Sprosse bezw. Stammstücke etwa denen normaler Stücke von *St. ficoides* entspricht.

St. rugulosa n. sp. (T. 43, 5). Meist ziemlich große und breite Stammstücke von dem Aussehen von *St. ficoides*, bei denen jedoch die Stammoberfläche zwischen den Narben mit unregelmäßigen Längsrunzeln etwa nach Art der in T. 40, 3 bei *Sigillaria Brardi* sichtbaren verziert ist. Diese Art, die Verfasser besonders in verschiedenen paralischen Steinkohlenbecken nicht selten beobachtet hat, ist bisher wohl als identisch mit *St. ficoides* übersehen worden, sie ist jedoch eine besondere Art, da die genannten Runzelskulpturen mit absoluter Gleichförmigkeit und Regelmäßigkeit bei dieser Form auftreten. Die Art ist mir bisher im mittleren Oberkarbon vorgekommen, wo auch *St. Eveni* vorkommt, während *St. ficoides* schon im Kulm nicht unbekannt ist, das ganze Karbon durchzieht und also noch, wenn auch seltener, im oberen Oberkarbon (Ottweiler Schichten) zu bemerken ist; im Rotliegenden habe ich noch keine *St. ficoides* gesehen. Eines beschränkteren Vorkommens, dem geologischen Horizont nach, erfreut sich

St. stellata GOEPPERT (T. 43, 2). Diese eigentümliche Stigmarie zeigt einmal zwischen den Narben eine felderartige rauhe Skulptur und von den Narben selbst gehen radialstrahlig Rippen aus, die in das Feldernetz übergehen (daher *stellata*: sternförmig). Diese Stigmarie ist mir nur aus dem unteren Oberkarbon bekannt (Waldenburger Schichten Niederschlesiens, Randgruppe Oberschlesiens, älteres Karbon Englands). Zu welcher Art von Lepidophyten sie gehört haben mag, ist ebenso unbekannt, wie bei den andere Besonderheiten bietenden *Stigmaria*-Arten.

Stigmariopsis GRAND'EURY (Fig. 120) ist im Zusammenhang mit Sigillarienstämmen gefunden worden, wie Fig. 120 zeigt, und kommt nur in den höheren Schichten des mittl. Oberkarbon und im ob. Oberkarbon selber vor. Sie weicht von *Stigmaria* ab durch kürzere dicke Wurzelstümpfe, die nicht horizontal, sondern gerade oder schräg abwärts verlaufen, von denen ebenfalls ähnliche, aber kürzere Anhängsel ausgingen, wie von den Stigmarien selber. Die Oberfläche zeigt jedoch eine abweichende Skulptur; es sind mehr quergestreckte Narben vorhanden und die Stammoberfläche ist von unregelmäßigen Längsrunzeln besetzt. Selten sind die Narben von *Stigmariopsis* gut erhalten. Die anatomische Struktur von *Stigmariopsis* ist nicht so genau bekannt wie die von *Stigmaria*, da von ihr keine echt versteinerten Stücke gefunden sind.

Jedoch weiß man, daß sie Marksteinkerne besaß von der Form derjenigen von *Sigillaria*, was jedenfalls so viel beweist, daß die anatomischen Verhältnisse von *Stigmariopsis* verschieden von denen von *Stigmaria* waren, deren Innenmarkkern nicht wie bei den Sigillarien parallele Längsstreifen, sondern eine Art „lepidodendroiden" Aussehens besitzt. Wir sind damit auf die anatomischen Verhältnisse der Stigmarien zu sprechen gekommen, die wir nun noch etwas näher betrachten müsssen.

Anatomie von *Stigmaria ficoides*. Über die Anatomie dieser Organe war schon verhältnismäßig früh Näheres bekannt geworden (Brgt. 1833 und Goeppert 1841). Die wichtigste Arbeit darüber, wie über *Stigmaria* überhaupt, rührt her von Williamson 1887. Vom botanischen Standpunkte aus bieten die anatomischen Verhältnisse der Stigmarien, die doch ganz sicher Wurzelorgane gewesen sind, ziemlich viel Merkwürdigkeiten. Die erste besteht darin, daß ein ziemlich bedeutendes Mark vorhanden war, mit einem Holzkörper von beträchtlichem Sekundärzuwachs darum. Die Wurzeln unserer mit Sekundärzuwachs versehenen Bäume zeigen bekanntlich keinen Markkörper, sondern die leitenden Holzelemente füllen auch das Zentrum. Das Sekundärholz zeigt, wie bei den Lepidophyten überhaupt, Treppenverdickung. Der Holzkörper ist von Markstrahlen durchzogen, die zum Teil dick, schon mit bloßem Auge sichtbar sind, zum Teil schmal (nur eine Reihe breit) auftreten. Die dicken Markstrahlen zerlegen im Querschnitt den gesamten Holzkörper in einzelne schmalere Holzkeile; in diesen dicken Markstrahlen verlaufen die Leitbündel nach außen, die in die Stammnarben eintreten und sich in die Appendices (die Anhängsel) fortsetzen. Das Vorhandensein dieser dicken Markstrahlen bringt oft recht eigentümliche Erhaltungsformen bei den Stigmarien zustande, und die spiralige Verteilung dieser dicken Markstrahlen ist die Ursache, weshalb bei Erhaltung eines Marksteinkerns von *Stigmaria* dieser spindelförmige Wülste von der Form der großen Markstrahlen, also mehr oder weniger lepidodendroide Skulptur trägt. Gelegentlich sind Stücke beobachtet worden, besonders bei Erhaltung in Toneisenstein, wo Gesteinsmasse von der Rinde aus in die Hohlräume der großen Markstrahlen hineingedrungen ist; bleibt dann der Markhohlraum unausgefüllt, so sieht es aus, als ob im Innern der Stigmarie eine Anzahl spitzer Dornen in das Zentrum hineinragt. Die Markstrahlenzellen waren zum Teil ähnlich skulpturiert wie die Holzvertikalzellen (Prosemchymzellen). Um den Holzkörper herum befand sich eine Rinde, deren mittlerer Teil lakunös war. Am meisten ist noch von der dickeren und und resistenteren Außenrinde erhalten, bei der man auch eine Art Periderm-bildung (Korkgewebe) kennt, das jedoch für das weitere Dickenwachstum der Außenfläche des Stammes kein Hindernis bildete.

Noch interessanter als die anatomischen Verhältnisse des Stammes sind die der Anhängsel, die zu den allergewöhnlichsten echt versteinerten Objekten in den Torfdolomiten der Steinkohlenformation gehören. Ähnlich wie sie in kohliger Erhaltung das Liegende der Flöze durchziehen, so durchwucherten sie kreuz und quer das ehemalige torfige Flöz selber, und jeder Dünnschliff durch eine Dolomitknolle zeigt sie in dem Urtorf des Flözes in allen Richtungen in zahlloser Menge vorhanden. Sie erscheinen hier allergrößten Teils (T. 43, 4) in Form hohler Schläuche. Eine verhältnismäßig schmale Gewebe-

zone umhüllt den leeren Innenraum des Schlauchs, in dem bei genauem Zusehen ein kleines dürftiges Leitbündel erblickt wird, das in günstigen Fällen wie auf der T. 43, 4 noch in Zusammenhang mit dem randlichen Gewebe erscheint, meist aber frei in dem hohlen Schlauche schwebt, dessen Leere (Gewebelosigkeit) im Zentrum nach allen Beobachtungen nicht etwa eine sekundäre, bei der Fossilisation entstandene, sondern zweifellos eine primäre ist. Den Schläuchen fehlt jegliche Art skelettartiger Elemente und dies ist wichtig, weil man daraus die Empfindlichkeit dieser Gebilde sieht, die leicht zerstörbar waren und abrissen, wie wir vorn bei der Betrachtung der autochthonen Stigmarien im Flözliegenden sahen. Aus solchen strukturbietenden Stücken weiß man ferner, daß diese Stigmarienanhängsel sicher keinerlei Wurzelhaare besessen haben, sondern ihrerseits ohne weiteres Wurzelfunktion übernommen haben müssen. Es soll hier noch erwähnt sein, daß derartige zarte hohle Schläuche naturgemäß nur in ständig wasserhaltendem Medium existenzfähig waren, da sie bei Wassermangel sofort zusammengesunken wären und durch Vertrocknung außer Funktion gesetzt sein müßten. Ganz ähnlich sind übrigens die Wurzeln der lebenden *Isoëtes lacustris* (S. 119) und von gewissen Selaginellen konstruiert, und dies ist besonders deswegen interessant, weil speziell *Isoëtes* diejenige lebende Pflanze darstellt, die den Lepidophyten, spezieller den Sigillarien, am nächsten steht. Auf diese rein botanischen Fragen können wir hier nicht näher eingehen und verweisen auf des Verfassers Lehrbuch der Paläobotanik. Ebenso müssen wir es uns versagen, noch weiter auf gewisse botanische Eigentümlichkeiten der Stigmarienstammkörper einzugehen, da sie, in das rein botanische Gebiet hinübergehend, hier nicht nötig zu betrachten sind. Es soll nur noch hervorgehoben werden, daß *Stigmaria*, rein anatomisch genommen, mit ihrem Markkörper gar nicht den Eindruck eines Wurzelorgans macht und daß die als Wurzelorgane fungierenden Anhängsel botanisch-morphologisch sich mehr als Blattorgane denn als Wurzel verhalten, während sie physiologisch zweifellos Wurzeldienste getan haben. Der eigentümliche Bau des Stammes von *Stigmaria* mit seinem Mark ist umso merkwürdiger, als z. B. gewisse *Lepidodendron*-Stämme oder die Mehrzahl derselben überhaupt kein Mark besessen haben, sondern ein zentrales Leitbündel, an das sich ein Sekundärholz anschloß. —

Verschiedene Lepidophyten und lepidophytenartige Gewächse von im einzelnen unsicherer Stellung.

Asolanus WOOD (T. 40, 4). Stämme oder Aststücke, die am ersten an Subsigillarien erinnern, mit getrennt stehenden rhombischen, stark quer gestreckten Blattnarben auf der Oberfläche, deren Seitenecken etwas spitz ausgezogen sind. Ligula nicht bekannt und auf den Blattnarben meist nur ein Närbchen und auch dieses meist undeutlich sichtbar. Die einzelnen Blattnarben sind oft durch rautenförmige Streifensysteme gekennzeichnet, die von einer Narbe zur anderen verlaufen. Sehr häufig sind entrindete Erhaltungszustände, bei denen oft kurzwülstige Knorrien auftreten. Während die Gattung äußerlich, wie gesagt, an eine Subsigillarie erinnert, nähert sie sich durch die Knorrienbildung mehr *Lepidodendron* bezw. *Bothrodendron*. Über ihre Anatomie ist nichts Näheres bekannt; Blätter wie bei *Sigillaria*. Das Vorkommen von Marksteinkernen ähnlich wie bei *Sigillaria* läßt auf den Besitz

eines Marks schließen. Vorkommen verbreitet, aber meist selten, im oberen Teil des mittleren Oberkarbons, am meisten bei uns noch in der Saarbrücker Flammkohle und in den Ottweiler Schichten zu finden.

Omphalophloios D. WHITE (ὀμφαλος Nabel, φλοιος Rinde). Das Aussehen eines Stammstückes dieser in ihren näheren Verwandtschaftsverhältnissen ebenfalls noch wenig klaren Gattung zeigt Fig. 126 deutlicher als Worte. Die Blattnarbe hat die Gestalt eines Kahns im Querschnitt und zeigt öfter in der Mitte ein Närbchen als Leitbündeldurchtritt. Der darüber stehende bogenförmige Teil hat sich nach neueren Mitteilungen von RENIER als herrührend von Sporangien erwiesen, die auch nach dem Verschwinden in dieser Form ihre Spur auf der Rinde oberhalb der Blattnarben hinterließen. Hieraus ergibt sich schon, daß ähnlich wie *Pinakodendron* (T. 41, 1) diese Gattung keine Zapfen besaß, in denen sich die Sporangien befanden, sondern daß am Stamme selber oberhalb jedes Blattes sich ein Sporangium befand, das später abgestoßen wurde. Die in der Figur sichtbaren, die einzelnen Blattnarben umgebenden Wellungen stellen eine weitere Skulptur der Stammoberfläche dar, die aber keineswegs in Konstanz auftritt. Auch an diesen Stämmen ist eine Ligula nicht zu bemerken, sie können also nicht ohne weiteres in die Lepidophyten eingereiht werden. Von dieser Gattung gilt übrigens ähnlich wie von *Asolanus*, daß die Blattnarben oder wenigstens ihre genaueren Einzelskulpturen meist schlecht erhalten sind, wodurch die Identifikation einem oft schwierig gemacht wird. Sie ähneln in solchen unvollkommenen Erhaltungsweisen am meisten noch Stigmarien, und die ersten Stücke sind auch unter dem Namen *Stigmaria anglica* beschrieben worden. Vorkommen bis jetzt selten, namentlich im oberen Teil des mittleren Oberkarbons.

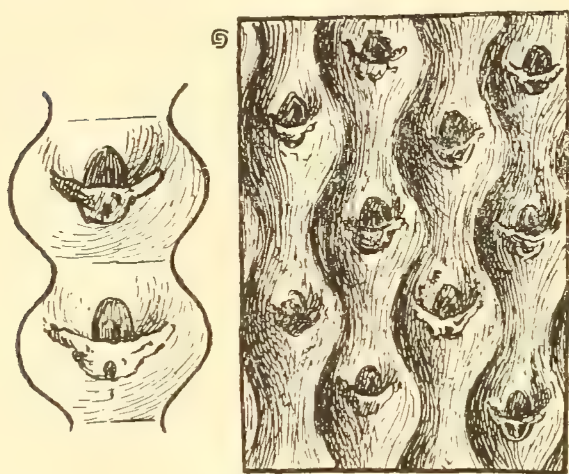


Fig. 126. *Omphalophloios anglicus* (STERNB.) WHITE. Die bogenförmige Narbe über der kahnförmigen Blattnarbe rührt von dem Sporangium her. Belgisches Karbon. Nach RENIER.

Archaeosigillaria KIDSTON. Kleinere, zum Teil gabelig verzweigte Stengel (bis etwa 3 cm dick), dicht bedeckt mit meist sechsseitigen Blattnarben, die jedoch viel kleiner als bei Sigillarien sind und auch eckiger, bei guter Erhaltung in der Mitte ein Närbchen zeigend. Eine ziemlich seltene Gattung unklarer Verwandtschaft, die im Unterkarbon, vielleicht auch schon im Oberdevon vorkommt, wobei allerdings ein aus dem oberen Mitteldevon stammender Stamm aus Nordamerika in die Gattung nicht eingerechnet wird, da er von dem Typus der Gattung zu sehr abweicht. —

Anhang. *Lepidospermae*, Gewächse mit Samen, sonst von der Statur verschiedener *Lycopodiales*. Ähnlich wie man unter den äußerlich farnähnlichen Gewächsen bei genauerer Forschung solche entdeckte, die nur äußerlich etwas Farnähnliches an sich hatten, in Wirklichkeit aber Samenpflanzen waren, ist es auch mit einigen Resten gegangen, die man ohne nähere Kenntnis der Verhält-

nisse der Fruktifikationsorgane zu gewöhnlichen *Lycopodiales* rechnen würde. Die Kenntnisse, die wir von den wenigen „Schuppenpflanzensamern“ oder „Bärlappsamern“, wenn wir so sagen dürfen, haben, beruhen indes nicht auf kohlig erhaltenen Pflanzen, sondern auf in den Torfdolomiten gefundenen echt versteinerten Resten. Wir können diese daher nur nebenher erwähnen, wollen sie jedenfalls nicht übergehen, da sie doch stammesgeschichtlich eine große Bedeutung haben.

Lepidocarpon SCOTT (Fig. 127*a*), ist in einer Reihe von Exemplaren bekannt, die zeigen, daß die betreffende Pflanze als Fruktifikationsorgane Zapfen besaß, die im ganzen einem Lepidodendronzapfen (*Lepidostrobus* S. 134) glichen. Die spiralig an einer Zentralachse angehefteten Sporophylle trugen auf der Oberseite je ein Sporangium, das der ganzen Länge nach ansaß. Ligula ist ebenfalls vorhanden und die Spreite richtet sich am Ende aufwärts. Bei näherer Betrachtung der Sporangien, von denen bisher nur Makrosporangien (Samenanlagen bezw. ausgereifte Samen) bekannt sind, bemerkt man, daß nur eine Makrospore wirklich zur Reife kommt, daß ferner ein Integument ausgebildet wird und daß in der Mitte der Sporangiumoberseite ein mikropylenähnlicher Schlitz bleibt. Nach der Reife fielen die Samen ab und isolierte Samen dieser Art waren schon früher bekannt gewesen, ihrem Zusammenhange nach aber nicht erkannt worden. Der *Lepidocarpon*-Zapfen hat entschieden eine besondere Bedeutung für die Frage der Abstammung der zapfentragenden Gymnospermen.

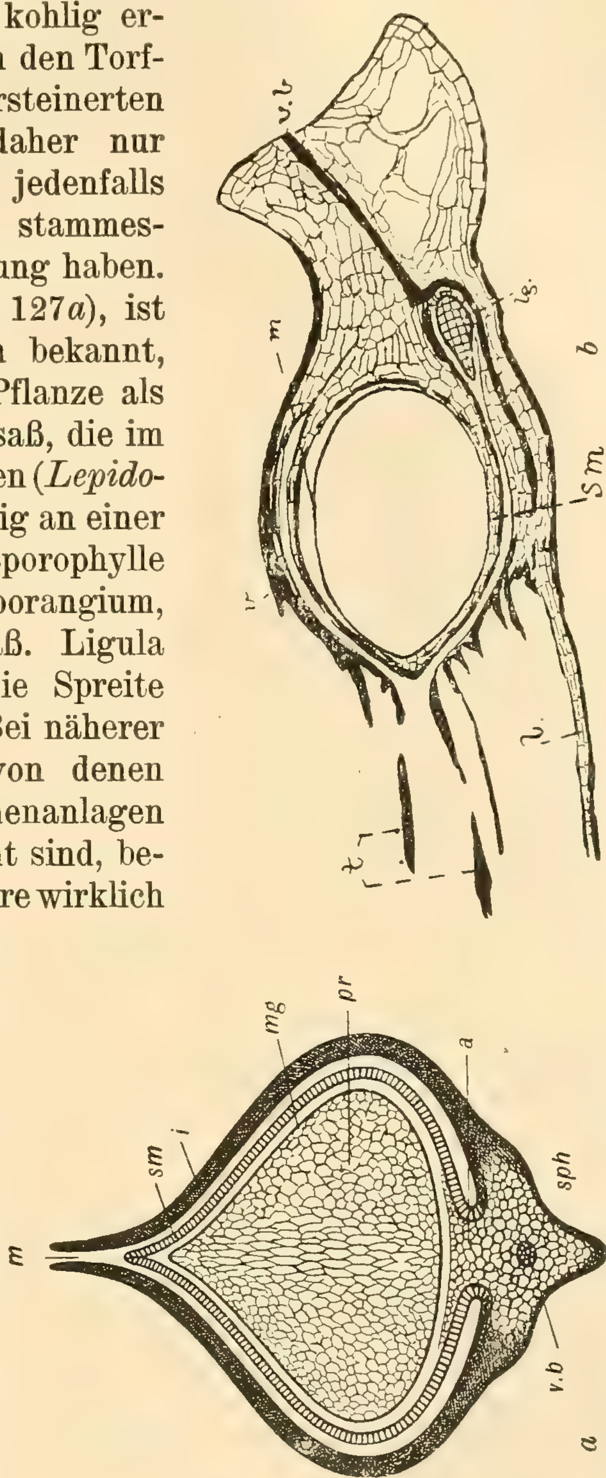


Fig. 127. Schematische Schnitte von *a*: *Lepidocarpon Lomaxi* SCOTT aus dem englischen Karbon. *sph* Sporophyll (Blatt), auf dem der „Same“ (Makrosporangium) (*sm*) sitzt, *m* Mikropyle (Eintrittsöffnung), *pr* Prothallium (Vorkeim), *sm* Sporangiumwand. *b*: *Miadesmia* C. E. BERTR. *lg* Ligula, *sm* Sporangiumwand, *l* Sporophyllspreite (Blatt), *t* haarige Fortsätze des Integuments *v*. Nach SCOTT.

Bei einem anderen krautigen Gewächs hat man ebenfalls samenähnliche Makrosporangien gefunden, die auch hier zu einer Art kleiner Zapfen zusammenstanden. Die Pflanze, die mit dem Namen *Miadesmia* belegt wurde, scheint im Habitus einer Selaginella geglichen zu haben, während *Lepidocarpon* anscheinend einem größeren, vielleicht lepidodendronartigen Gewächs entstammt. Beide sind aus den Torfdolomiten Englands bekannt geworden.

Gymnospermae, Nacktsamer (s. vorn S. 2)

Cycadofilicales (s. S. 22 usw.)

Cordaïtales, Cordaïtengewächse

a) *Cordaïtaceae*, Cordaïtenbäume (benannt nach dem Prager Botaniker und eifrigen Mitarbeiter des Grafen STERNBERG: CORDA). Die Familie umfaßt in der heutigen Fassung nur eine Gattung, nämlich

Cordaites UNGER. Es sind große Bäume gewesen mit einer für Gymnospermen fremdartigen Tracht, wenigstens für heutige Begriffe. Sie gehören zu den bestbekannten fossilen Pflanzen; man kennt von ihnen Stämme, Wurzeln, Blätter, Blüten, und zwar nicht nur in kohliger Erhaltung, sondern alle diese Organe auch echt versteinert. Die französischen Forscher RENAULT und GRAND'EURY haben dank des ihnen zur Verfügung stehenden, sehr günstigen Materials aus dem mittelfranzösischen Permokarbon den größten Teil zu diesen Kenntnissen beigetragen. Wie bei den anderen großen baumartigen Pflanzen der Steinkohlenformation und überhaupt den Pflanzenfossilien, sind auch hier die Einzelteile dieser Pflanzen für sich gefunden worden, und es hat häufig glücklicher Funde und guter Beobachtung bedurft, um allmählich aus diesen Einzelteilen das Gesamtbild der Pflanze zu gewinnen. Die Cordaiten sind vom Kulm (hier noch selten) durch das untere Oberkarbon (auch hier noch wenig häufig) durch das mittlere Oberkarbon bis zum Rotliegenden verbreitet und stellen in den beiden letztgenannten Abschnitten des Karbons bezw. Perms ein sehr beträchtliches Kontingent unter der Flora. Namentlich die Blätter finden sich, obwohl wegen ihrer Länge meist nur bruchstückweise zu gewinnen, ganz gemein in den Steinkohlenschichten. In den berühmten verkieselten Böden des Perms von Grandcroix in Frankreich liegen solche „Cordaitenblätter" in Masse schichtenweise gerade so übereinander, wie die nassen Buchenblätter am Boden unserer Laubwälder. Was die Cordaiten unter den Gymnospermen zunächst so fremdartig erscheinen läßt, sind die langen bandförmigen Blätter, die man meist meint, wenn man den Namen Cordaites gebraucht; lange mehr oder weniger breite bis schmälere, nur längsaderige Blätter (ohne Queräderchen), die viel eher den Eindruck von Monocotylen machen, wofür die Cordaiten auch anfangs gehalten wurden. Alles andere an diesen Pflanzen ist aber durchaus gymnospermenhaft; der Stamm, der anatomisch den heutigen Nadelhölzern ähnelt, und die Blüten, die man durch die glänzenden Untersuchungen von RENAULT genauer kennen gelernt hat (Samen s. S. 174).

Stämme der Cordaiten. Die Stämme dieser Bäume zeigen auf der Oberfläche keine nennenswerten Skulpturen, die Rinde ist vielmehr ziemlich glatt, jedoch bemerkt man an denjenigen Zweigen, an denen die Blätter ansaßen, nach deren Abfall Blattnarben in Form von quergestreckten elliptischen Narben, die bei sehr guter Erhaltung — meist ist dies nicht der Fall — eine Anzahl nebeneinander stehender Närbchen zeigen, den Leitbündeln des Blattes entsprechend. Man bezeichnet derartige Zweige, die man bei uns verhältnismäßig selten findet, als *Cordaicladus*, d. h. Cordaitenzweig (T. 44, 3). Charakteristisch ist für die Cordaitenstämme der Besitz eines relativ großen Marks, das, wie man aus echt versteinerten Exemplaren weiß, eine Art Querfächerung besaß, wie sie z. B. unsere Walnußbäume (*Juglans regia* u. a.) zeigen. Diese Quer-

fächerung hat häufig zur Bildung ganz charakteristischer Marksteinkerne geführt, die, wie Fig. 128 zeigt, sich durch eine dieser Querfächerung entsprechende Querriefung auszeichnen. Oft ist dies das einzige, was man von den Cordaitenstämmen erhalten findet. Um diese Marksteinkerne herum sitzt oft noch ein Kohlenmantel oder wenigstens Spuren davon, von dem in Kohle umgewandelten Holzteil herrührend, der das Mark des Stammes umgab. Diese Marksteinkerne sind unter dem Namen *Artisia* STERNBERG schon lange bekannt gewesen, bevor man wußte, für was sie in Wirklichkeit zu gelten haben. Artennamen bei diesen Artisien, wie das früher geschah, anzuwenden, hat ebensowenig Sinn wie bei Knorrien, Bergerien usw. der Lepidophyten, bei den letzteren höchstens noch, wenn man einen Hinweis auf die Zugehörigkeit zu bestimmten Arten geben kann.

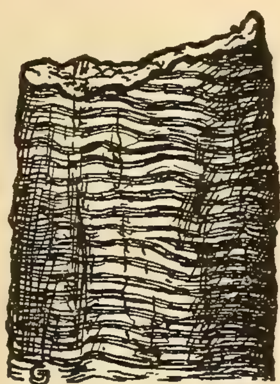


Fig. 128. *Artisia*-Marksteinkern eines Cordaitenstammes. Oberschles. Karbon (Muldengruppe).

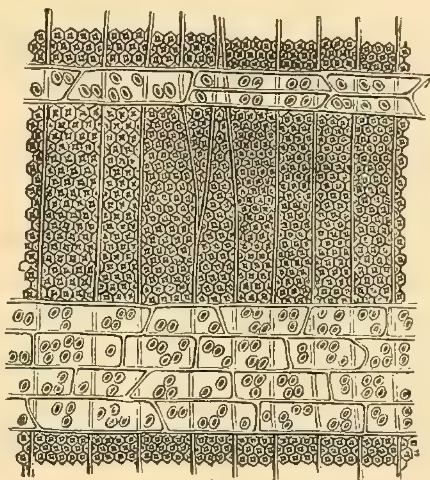


Fig. 129. Radialschnitt durch verkieseltes Cordaitenholz, Zellwände mit Hoftüpfeln bedeckt; die wagerechten Zellenreihen sind Markstrahlen *(Dadoxylon,* „Cordaioxylon"). Aus dem Karbon.

Wichtiger sind Stücke verkieselter Art oder überhaupt echt versteinerter Art, die erlaubt haben, die Anatomie des Stammes aufs Genaueste kennen zu lernen. Das Holz zeigt, wie überhaupt das aller alten Gymnospermentypen, eine Skulptur der Holzzellen, die an die der heutigen Araukarien, einer altertümlichen Coniferenfamilie erinnert; mit dem Bau eines Coniferenholzes einfacher Art zeigt auch sonst das Cordaitenholz sich durchaus übereinstimmend (Fig. 129). Allerdings zeigt es nicht wie unsere heimischen Nadelhölzer Jahresringe; es ist überhaupt eine allgemeine Eigentümlichkeit aller Steinkohlengewächse aus unseren Gegenden, die ein sekundäres Dickenwachstum, sei es im Holzkörper, sei es in der Rinde, besitzen, daß Zuwachszonen periodischer Art, sogenannte Jahresringe, nicht zu bemerken sind. Weitere Betrachtungen über die Anatomie erübrigen sich hier im Hinblick auf den Zweck und Charakter dieses Buches. Die Wurzeln der Cordaitenbäume sind ebenfalls bekannt und zeigen wie der Stamm einen dicken Holzkörper, aber ohne jedes Mark, wie das bei den Wurzelstöcken heutiger Nadel- bezw. Laubbäume ebenfalls der Fall ist.

Blätter. Die Cordaitenblätter, *Cordaites* schlechtweg (T. 44, 2), sind diejenigen Reste, die in kohlig erhaltener Form, also als Leitfossilien am häufigsten vorkommen, und man unterscheidet bei ihnen verschiedene Gruppen und verschiedene Arten. Da sich unter diesen auch einige brauchbare Leitfossilien befinden, sollen sie auch hier etwas näher betrachtet werden. Zum Verständnis der an ihnen sichtbaren Aderungseinzelheiten muß jedoch eine kurze Betrachtung der anatomischen Verhältnisse solcher Blätter vorausgeschickt werden. Schneidet man ein echt versteinertes Cordaitenblatt — solche sind auch in den Dolomitknollen keineswegs selten — senkrecht zur Aderung, d. h. senkrecht zur Längsachse durch, so bemerkt man ohne Schwierigkeit verschiedene Schichten in dem Blatte (T. 44, 1): eine zartere Blattmittelschicht (Mesophyll), in der sich auch die Trace der die Adern markierenden Leitbündelquerschnitte befindet, und einen unteren und oberen Teil, der neben anderen Geweben, wie z. B. in Fig. 5 (T. 44, 1) ein typisches „Palisadengewebe", wie es von stark besonnten Blättern auch heute bekannt ist, zeigt; besonders fallen noch dickzellige Basstränge auf, von denen in den beiden unteren Figuren solche beiderseits über und unter der Leitbündeltrace wahrnehmbar sind, die also bei kohliger Erhaltung zu einer stärkeren Markierung der Adern beitragen würden. Ebenso ist es bei der oberen Figur (3). Hier bemerkt man aber außer den dicken, die Leitbündel begleitenden Baststrängen noch kleinere, unmittelbar unter den Blatthäuten sitzende Basstränge. Bei kohliger Erhaltung stellt sich die Sache dann so dar, daß die Leitbündel mit ihren dickeren Baststrängen als stärkere Adern, die dazwischen liegenden schwächeren Basstränge als feinere Zwischenadern sich bemerkbar machen (passend „falsche Adern" genannt, da sie ja eigentlichen Adern, d. h. Leitbündeltracen nicht entsprechen, sondern nur einfachen einzelnen Baststrängen). Manche Cordaitenblätter zeigen mehrere „Zwischenadern", andere nur eine einzige, andere gar keine, was sich nunmehr aus den anatomischen Verhältnissen der Blätter leicht verstehen läßt. Wir gehen zur Betrachtung der einzelnen in kohliger Erhaltung bekannten Blattformen über.

Grand'Eury teilte die Cordaitenblattformen in drei Gruppen ein, die wir im folgenden aber im einzelnen nicht anwenden wollen, da die einzelnen Gruppen offenbar keinen Gattungswert besitzen. Sie seien aber, da öfter erwähnt, der Vollständigkeit wegen hier mitangeführt: *Cordaites* im engeren Sinne mit breiteren Blättern, die zwischen den Hauptadern noch feinere „Zwischenadern" führen; *Dorycordaites* (Speercordaites) mit lauter gleichen feinen Adern, Blätter von lanzettlicher und zugespitzter Form; *Poacordaites* (von Poa = Rispengras) mit sehr schmalen und langen grasähnlichen Blättern. Im eigentlichen Karbon ist mehr die erste Gruppe, die anderen im Permokarbon zuhause.

Cordaites principalis Germar (Aderung Fig. 130 *a*). Blätter sehr verschieden lang, größere bis über 1 Fuß Länge, von etwa lanzettlicher, vorne abgestumpfter Form; die Stücke an der Basis der Blätter sich nach unten zu allmählich mit geradlinigem Rande verjüngend; die Stücke aus der Mitte mehr mit parallelen Rändern, Hauptadern nicht in gleichen Abständen, mit mehreren, etwa 2 bis 4, feineren Zwischenadern. Die Art ist sehr häufig im mittleren Oberkarbon und auch noch im oberen Oberkarbon vorhanden. Wie weit sie

nach unten hinunter geht, ist noch nicht sicher bekannt, da in dem älteren Gestein, besonders im Kulm, die Reste meist nicht genügend gut erhalten sind, um die zur Bestimmung der Arten nötigen Feinheiten zu erkennen.

C. borassifolius STERNBERG sp. (benannt nach einer Palme: *Borassus flabelliformis*, einer Fächerpalme). Blätter meist etwas schmäler als bei den vorigen und mit nur einer Zwischenader zwischen den Hauptadern. Viel seltener als vorige Art und anscheinend mit Vorliebe im oberen Oberkarbon und ? Rotliegenden (Aderung Fig. 130*b*).

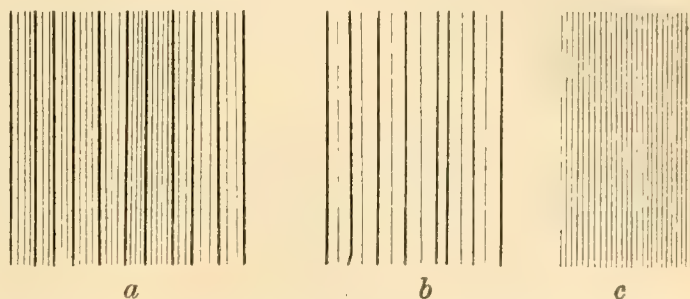
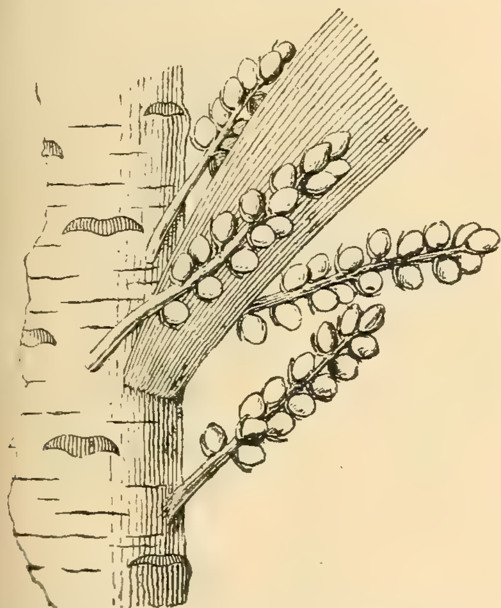


Fig. 130. Schemata der Aderung einiger Cordaitenblätter. *a Cordaites principalis* GERM., *b C. borassifolius* STERNBERG sp., *c C. palmaeformis* GOEPPERT sp.

C. palmaeformis GÖPPERT. Schmale, lange Blätter, mit lauter feinen, gleichen Adern (Fig. 130*c*). Namentlich in jüngeren Schichten des mittleren Oberkarbons und im oberen Oberkarbon.

Bemerkung. Äußerlich genommen bieten die Cordaitenblätter nicht viel Verschiedenheiten, bis auf manche Formen und die besonders schmalblätterigen „Arten“, zumal man sie meist nur in Bruchstücken findet. Es ist daher immer von Wichtigkeit, die Aderung zu betrachten, die indes sehr oft nicht mit der nötigen Feinheit erhalten ist. Schlecht erhaltene Cordaitenblätter können auch mit längsgestreiften Farn- oder Pteridospermenstengeln verwechselt werden, wie sie von *Alethopteris*, *Neuropteris* usw. bekannt sind. Diese hinterlassen indes meist eine viel dickere Kohle als die dünneren Cordaitenblätter, auch ist die Längsstreifung der genannten Stengel meist wenig regelmäßig.


Fig. 131. *Cordaites*, Aststück mit Blättern, dazwischen Blüten. Nach GR. EURY.

Blüten: *Cordaianthus* (wörtlich: Cordaitenblüte). Stücke von Cordaitenblüten finden sich nicht selten in Gesellschaft von Cordaitenblättern, zwischen denen sie am Stamm (Fig. 131) ansaßen und mit denen sie herabfielen. An den meisten Cordaitenblüten, von denen mehrere Formen unterschieden werden, ist äußerlich nicht viel zu sehen, und man kann an ihnen meist nicht einmal erkennen, ob es sich um männliche oder weibliche Blütenorgane handelt, wobei allerdings unter Umständen Mazerationsversuche noch Aufschlüsse durch Auffindung von Pollenkörnen geben können. Die genaueren Kenntnisse der Cordaitenblüte stammen vielmehr von echt versteinerten Resten, besonders aus den Kieseln von Grandcroix, nach denen Renault seine berühmten Untersuchungen ausgeführt hat. In einigen Fällen kann man jedoch auch an kohligen Abdrücken das Geschlecht der Blüten erkennen, die, wie es scheint,

wo nicht zweihäusig, so doch jedenfalls getrennt-geschlechtig gewesen sind. Wenn nämlich die Samen bei den weiblichen Blüten reif waren, schauen sie öfter aus den Kätzchen hervor oder, wie bei einer Art, hängen sie an langen Stielen aus den Kätzchen heraus. Äußerlich gesehen präsentieren sich *Cordaianthus*-Stücke in Form von zweizeilig beblätterten Sprossen, die ziemlich guten Zusammenhalt gehabt zu haben scheinen, so daß man selten einen davon zerbrochen oder die einzelnen Kätzchen davon losgerissen findet (T. 44, 4). An mehr oder weniger deutlichen Hochblättern stehen zweizeilig an der Achse, mehr oder weniger locker, die kleinen kätzchenförmigen Blüten, deren innerer Bau von Hochblättern, anscheinend schuppiger Art, verhüllt wird. An sich sind aber



Fig. 132. Weibliches „Kätzchen" von *Cordaites* sp. im verkieselten Zustand (Grand Croix in Frankr.). *a* Längsschnitt, zwei Samenanlagen zwischen den Hochblättern; *b* Querschnitt, mit vier Samenanlagen. Vergr.

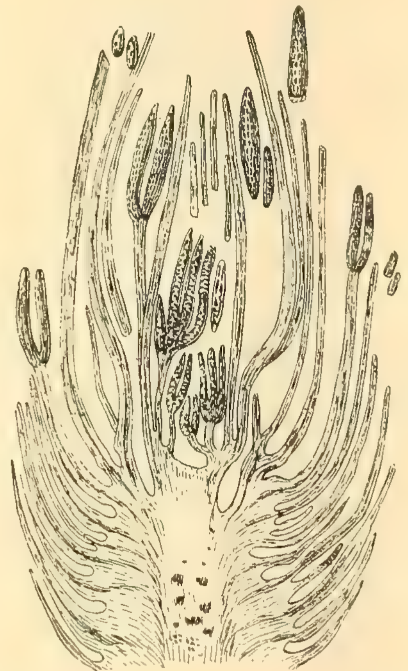


Fig. 133. Männliches „Kätzchen" von *Cordaites* mit den länglichen Pollensäcken zwischen den Hochblättern.

diese Blüten selbst in mangelhaften Abdrücken recht gut kenntlich und kaum mit etwas anderem zu verwechseln, wenigstens nicht in der permokarbonischen Flora.

Auf die bei den echt versteinerten Resten gefundenen Einzelverhältnisse soll hier nicht weiter eingegangen werden; wir geben jedoch einige Abbildungen solcher nach den Veröffentlichungen von Renault mit erklärendem Text (Fig. 132/3) darunter und verweisen im übrigen auf die Spezialliteratur bezw. Verfassers Lehrbuch der Paläobotanik Seite 250 ff.

Cordaianthus Pitcairniae LINDLEY und HUTTON. Ein sehr leicht erkennbarer Typus, da es derjenige ist, bei dem die Samen, wie vorhin erwähnt, an überhängenden, gekrümmten Stielen aus den Kätzchen heraushingen; meist oder oft sieht man indes nur diese gekrümmten Stiele, während die Samen schon abgefallen sind. Vorkommen hier und da im mittleren Oberkarbon.

b) *Mesoxylaceae* und *Poroxylaceae* SCOTT. Außer den eigentlichen *Cordaitaceae* rechnet man zu den *Cordaitales* noch einige weniger wichtige und bekannte Familien, die beiden oben genannten, die sich durch strukturelle Besonderheiten des Stammes und auch der Blätter von den *Cordaitaceae* unterscheiden. Da dieselben in kohliger Erhaltung noch nicht bekannt sind und als Leitfossilien keine Rolle spielen, so begnügen wir uns hier mit ihrer bloßen Erwähnung und verweisen für Näheres auf das genannte Lehrbuch der Paläobotanik S. 254/256.

Anhang. *Noeggerathiopsis* FEISTMANTEL. Blätter denen der Cordaiten ähnlich, häufig kleiner, vom Grunde allmählich zur Spitze verschmälert, oft am Gipfel plötzlich zusammengezogen, fast spatelförmig. Aderung mit verhältnismäßig häufigen Gabelungen, dadurch von *Cordaites* meist leicht zu unterscheiden. Die Gattung wird zu den *Cordaitales* gerechnet, wofür die Gestalt der Blätter und einiges andere spricht. Die Verwandtschaft mit den Cordaiten ist wohl richtig als die nächste für diese Pflanzen angenommen, ob sie indes in dieselbe Familie oder gar in eine Gattung, wie manche Autoren meinen, gehören, ist unsicher. Die Gattung kommt bei uns nicht vor, sondern ist auf die Gondwanagebiete beschränt (*Glossopteris*-Flora), zu deren Charakterpflanzen sie gehört. Sie ist namentlich in deren unteren und mittleren Schichten häufig, Residua haben sich indes bis zum Rhät-Lias lokal erhalten (Tonkin; Mexiko?).

Noeggerathiopsis Hislopi FEISTMANTEL (Fig. 134). Die Art ist die häufigste der Gattung und es paßt auf sie das oben Gesagte. Außer ihr werden noch einige andere abweichende Formen hierher gezogen.

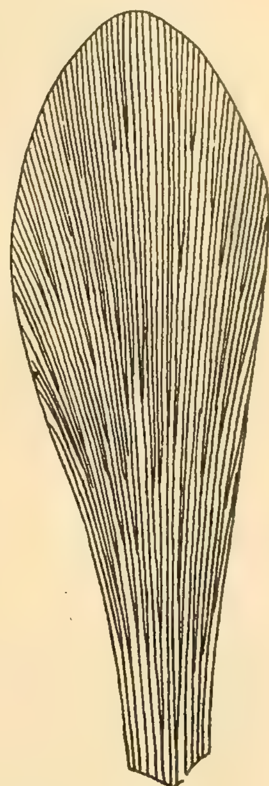


Fig. 134. Blatt von *Noeggerathiopsis Hislopi* FEISTMANTEL Gondwana-Länder, Untere Gondwana-(*Glossopteris-*) Schichten.

Ginkgophyta, Ginkgogewächse

Diese eigentümliche, zu den Gymnospermen gehörige Gewächsgruppe ist in der heutigen Flora nur noch durch eine einzige Art vertreten, die wahrscheinlich auch nur durch Kultur seitens des Menschen herübergerettet worden ist und in Japan und China beheimatet ist, in wildem Zustande aber noch nicht mit Sicherheit gefunden ist. *Ginkgo biloba*, die heutige Art (Fig. 135) hatte aber in der fossilen Flora zahlreiche Vorgänger, die Blütezeit der ganzen Sippe liegt im Mesozoikum, speziell im Jura. Die Anfänge dieser Gewächse reichen indes bis ins Paläozoikum hinunter, und abgesehen von noch früheren, unsicheren Formen treten die ersten dahingehörigen Typen im Permokarbon auf, wie die gleich zu besprechenden Pterophyllen gewissermaßen als Vorläufer des Mesozoikums anzusehen. In den vorjurassischen Perioden ist der Typus des heutigen vollspreitigen Gingkoblatts noch nicht

vorhanden. Es sind stärker zerteilte schmalblätterige Formen, die mit dem Namen *Baiera* bezeichnet werden. Man kennt nur Blätter, von den Blüten ist in diesen älteren Perioden nichts bekannt. Als Beispiele nennen wir



Fig. 135. *Ginkgo biloba*. *A* Zweigstück mit Kurztrieb mit vier Laubblättern und männlicher Blüte, *B* einzelnes Laubblatt, *C* weibliche Blüte mit zwei Samenanlagen. Aus WARMING.

B. Raymondi ZEILLER. Ähnelt der folgenden, aber meist etwas kleiner. Vielleicht ihr näher stehend, als man denkt. Rotliegend, aber selten.

B. digitata BRONGNIART sp., eine Art, die auch bei uns nicht selten und angeblich schon im Rotliegenden zuweilen gefunden wird, häufiger im Kupferschiefer ist. Es muß jedoch als fraglich angesehen werden, ob die im Rotliegenden und Kupferschiefer vorkommenden Reste wirklich einer Art angehören. Die Blätter sind ziemlich groß (Fig. 136) und in eine Anzahl etwa 3 bis 4 mm breite stumpfe palmat-gespreizte Lappen geteilt. Am häufigsten ist die Art noch im Mansfelder Kupferschiefer gefunden worden, für den sie neben den anderen Pflanzen zu den Leitfossilien gehört.

Anhang. *Psygmophyllum* SCHIMPER (= von *ψυγμα*, Fächer, zur Abkühlung). Diese in ihrer Verwandtschaft unklare, aber meist an die Ginkgophyten angeschlossene Gattung besteht aus z. T. kleineren, z. T. großen Blättern, die z. T. fast ungeteilt, z. T. am Gipel in mehr oder weniger unregelmäßige Lappen zerteilt sind, die Aderung ist häufig gegabelt. Auf den ersten Blick ähneln sie großen Formen von Cordaitenblättern. Von diesen unterscheidet sie indessen schon die Aderung. Die unzerteilten Formen sind vom Grunde zum Gipfel allmählich verbreitert, am Gipfel abgestutzt, die zerteilten ähneln mehr unregelmäßig zerteilten



Fig. 136. *Baiera digitata* BRONGN. sp. Aus dem Kupferschiefer von Mansfeld. Etwas verkleinert.

ginkgoartigen Blättern. Fig. 137 zeigt eine Form, wie sie in unserm Karbon gelegentlich vorkommt. Derartige Formen, die ARBER als *Palaeophyllales*

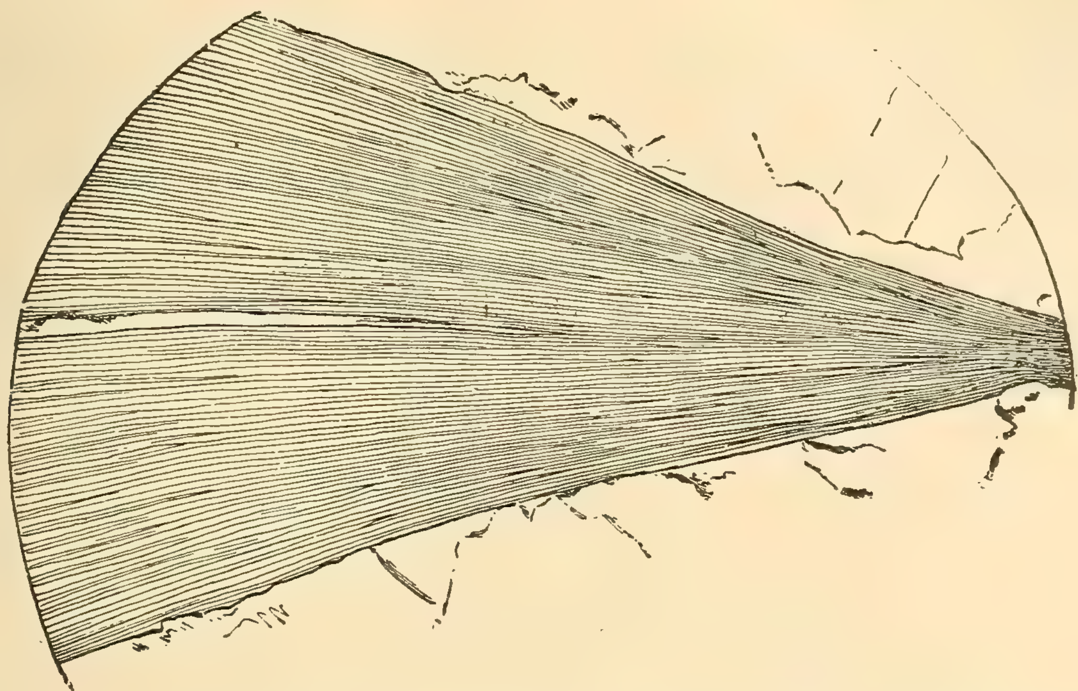


Fig. 137. *Psygmophyllum* sp. Stück aus der oberschlesischen Muldengruppe.

zusammengefaßt hat, kommen nicht nur im Karbon, sondern als Seltenheiten im Ober-Devon vor, bis zum Permokarbon. Sie finden sich sowohl bei uns als auch in den Gondwana-Gebieten. Sie sind durchweg Seltenheiten.

Rhipidopsis SCHMALHAUSEN (von ῥιπις Fächer, Wedel). Blätter ginkgoartig, die einzelnen Lappen aber sehr ungleich, die untersten am kleinsten, die mittelsten am größten. Die Gattung ist eine Form einiger Gondwana-Gebiete und kommt in deren unteren Schichten vor. Die häufigste Art ist

Rh. ginkgoides SCHMALHAUSEN, von deren Aussehen Fig. 138 eine Vorstellung gibt. Es werden noch andere Arten angeführt, deren Stellung weniger klar ist, und die wir wegen ihrer Seltenheit hier übergehen.

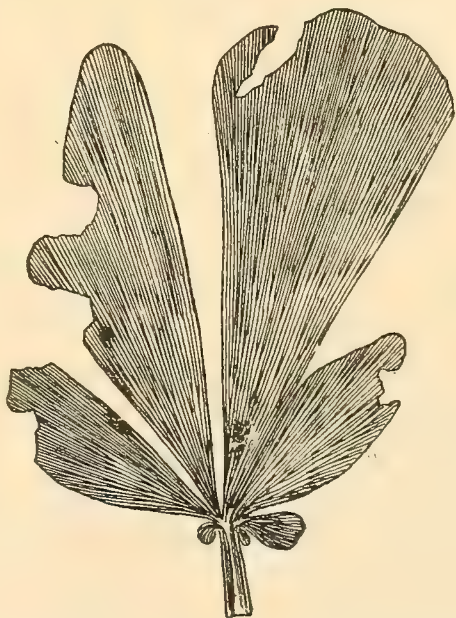


Fig. 138. *Rhipidopsis ginkgoides* SCHMALHAUSEN. Aus den unteren Gondwanaschichten (Petschora, Nordrußland).

Whittleseya NEWBERRY. Blätter mit kurzem Stiel, von der Form einer Schaufel, mit gezähntem Vorderrand, mit parallelen Längsadern; Stengel und Art der Anheftung der Blätter unbekannt. Die Gattung ist in ihrer systematischen Stellung unsicher, wird gewöhnlich irgendwie mit den Ginkgophyten in Verbindung gebracht. Sie tritt als Seltenheit im mittleren Oberkarbon auf, wo einige Arten angegeben werden.

Wh. elegans Newberry (T. 45, 1, 2) kann als der typische Vertreter der Gattung gelten. Auf sie paßt, wie die Figur zeigt, das von der Gattung Gesagte. Außer im nordamerikanischen Karbon ist sie auch im europäischen hie und da gefunden worden, so in Niederschlesien, Oberschlesien und in England. Von ihr werden auch fruktifizierende Exemplare angegeben, auf die wir aber hier nicht einzugehen brauchen.

Dicranophyllum Grand' Eury. Beblätterte Zweige, die bei guter Erhaltung eine Art lepidodendroide Skulptur auf den verhältnismäßig dicken Stengeln erkennen lassen. Die Blätter sind verhältnismäßig sehr lang und schmal, am Ende 1 bis 2mal gegabelt, spitz auslaufend und mit einer Ader versehen. Blütenverhältnisse nicht näher bekannt. Wohin diese eigentümliche Gattung, die in mehreren Arten, und zwar meist in isolierten Blattstücken, besonders im Permokarbon hin und wieder gefunden wird, eigentlich gehört, ist nicht klar. Man schließt sie gewöhnlich wegen der gabelig geteilten Blätter, die auch an manche mesozoischen, sehr fein zerteilten Ginkgophytenblätter erinnern, an diese Gruppe an. Bei uns, wie auch z. B. im französischen Permokarbon, kommt am meisten noch das *D. gallicum* Grand' Eury vor. Fig. 139 gibt eine Vorstellung eines vollständigeren Stücks der Art; T. 45, 3 zeigt einen einzelnen Blattfetzen eines *Dicranophyllum*, den wir hier abbilden, da derartige Fossilien wegen ihrer Unscheinbarkeit sehr leicht übersehen werden.



Fig. 139. *Dicranophyllum.* Blätter noch an dem Stengel ansitzend. ca. 1/2 n. Gr. Französ. Permokarbon.

Mit der Gattung *Dicranophyllum* steht vielleicht die in mancher Beziehung ähnliche *Trichopitys* in Zusammenhang, auf die wir hier nicht weiter eingehen.

Cycadophyta, Cycadeenartige Gewächse

Von dieser, eigentlich erst im Mesozoikum in verschiedenen Gruppen zu hoher Blüte gelangenden Gymnospermengruppe sind im Paläozoikum nur sehr wenige Reste gefunden worden, und zwar handelt es sich ausschließlich um einige wenige Blattreste vom Typus *Pterophyllum* (Flügelblatt), die im Rotliegenden, hin und wieder auch schon etwas tiefer, gefunden worden sind, stellenweise, wie z. B. im badischen Schwarzwald, allerdings in beträchtlicherer Menge. Wegen der Ähnlichkeit der Blattformen mit den mesozoischen Pterophyllen darf man wohl annehmen, daß die Zurechnung zu der Gruppe der cycadeenartigen Gewächse mit Recht erfolgt. Wie indes die Blüten ausgesehen haben, weiß man nicht. Da andererseits feststeht, daß die mesozoischen Pterophyllen verschiedenen Gruppen der Cycadophyten angehört haben und sich schon durch die Anatomie der Epidermis bedeutend unterschieden, so läßt sich nicht sagen, wie nahe die Verwandtschaft der permokarbonischen Pterophyllen etwa mit denjenigen des älteren Keupers gewesen ist, mit denen

die Epidermisbeschaffenheit am meisten Ähnlichkeit zeigt. Man kann diese Gewächse im Rotliegenden und etwas früher als die Vorläufer einer künftigen Pflanzenkonfiguration ansehen, zusammen mit den ersten Ginkgophyten, die ebenfalls im Mesozoikum ihre höchste Blüte erreichten und im Permokarbon ebenfalls erst sehr sporadisch in die Erscheinung treten.

Pterophyllum blechnoides Sandberger (Fig. 140). Blätter einmal gefiedert, Fiedern mit voller Breite ansitzend, öfter etwas herablaufend, am Gipfel abgerundet. Aderung einfache Längsadern, die sich am Grunde gabeln. Die Art ist verhältnismäßig häufig im Rotliegenden von Oppenau im Schwarzwald gefunden worden und soll hier als Beispiel eines permokarbonischen *Pterophyllum* dienen. Andere Arten aus dieser Formation sind ähnlich, zum Teil aber bedeutend größer, gehören aber ebenfalls zu den großen Seltenheiten.

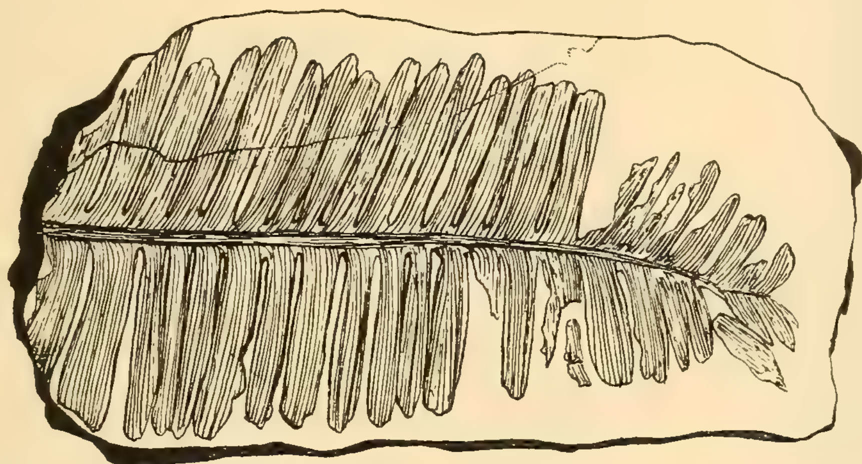


Fig. 140. *Pterophyllum blechnoides* Sandberger. Rotliegendes (Oppenau i. Baden) (ca. $^1/_2$ n. Gr.).

Coniferae, Nadelbäume

Die Koniferen sind erst seit dem Unter-Rotliegenden bekannt. Nur ganz lokal scheint, wie in Frankreich (nicht bei uns), an einigen Stellen schon eine Spur davon in den allerobersten Schichten des oberen Oberkarbons fühlbar zu sein. Die ältesten Koniferen sind uns bekannt in Form von belaubten Ästen, versteinerten Stammresten und Marksteinkernen. Es steht fest, daß ein großer Teil der besonders im Rotliegenden auftretenden, oft mächtigen, Koniferenstämme zu den gleich zu besprechenden Walchien gehört, während ein anderer Teil zu den schon im Karbon bekannten Cordaiten gehört hat, wie auch die charakteristischen *Artisia*-Marksteinkerne (S. 161) beweisen. Im Rotliegenden ist nur eine Koniferengattung bekannt, *Walchia*, im Kupferschiefer dagegen mindestens zwei, die Gattung *Ullmannia* und die ersten Spuren der Gattung *Voltzia*.

Walchia Sternberg. Laubzweige fiedrig verzweigt, spiralig beblättert, die Seitenzweige dicht mit längeren oder kürzeren Nadeln besetzt, oft auch die dickeren; die Nadeln sind entweder gekrümmt, nach vorn gerichtet oder gerade und ebenfalls nach vorn gerichtet, oder die Beblätterung ist mehr kurz-schuppenförmig, dann meist außerordentlich dick, so daß die Zweige die Gestalt von länglichen Walzen annehmen.



Fig. 141. *Tylodendron speciosum* WEISS. Marksteinkern von Koniferenstämmen des Rotliegenden, wahrscheinlich von den Stämmen von *Walchia* herrührend. Rotliegendes (Saarrevier).

W. piniformis STERNBERG. Nadeln schwach vorwärts gebogen, gekrümmt (T. 45, 6). Die Art ist wohl die häufigste *Walchia*-Art, die auch bei uns fast in keiner pflanzenführenden, rotliegenden Ablagerung fehlt, z. B. im Saargebiet, in Thüringen, im Harz und Niederschlesien häufig ist. Verhältnismäßig häufig findet sie sich in mehr sandigen Gesteinen.

W. filiciformis STERNBERG. Nadeln hakenförmig gekrümmt, ungefähr senkrecht vom Stengel abstehend, und zwar sowohl an den älteren, wie auch den jüngeren Zweigen. Die Art ist weniger häufig als die vorige und kommt gewöhnlich mit ihr zusammen vor (T. 45, 4).

W. linearifolia GÖPPERT. Die Art ist durch die geraden, stark nach vorn gerichteten, schlaffen dünnen Nadeln gegenüber der erstgenannten Art ziemlich gut charakterisiert und ist, obwohl lokal gar nicht selten, im ganzen doch noch weniger häufig als *W. filiciformis* (T. 45, 5).

Als Vertreter einer Gruppe von Arten mit kurzschuppigen Blättern nennen wir noch *W. flaccida* GÖPPERT, von deren Aussehen man sich eine Vorstellung nach der Abbildung von *Ullmania Bronni* (T. 45, 7), machen kann, wenn man sich die Nadeln des abgebildeten Zweiges stärker anliegend, zahlreicher und dichter gestellt und spitzer vorstellt. Die Art ist viel seltener als die vorige. Die Zweige sind im ganzen mehr lang-walzenförmig, gedrungen.

Dem Äußeren nach erinnert besonders *Walchia piniformis* an die Zweige der sogenannten „Zimmertanne", richtiger der Norfolk-Araucarie (*A. excelsa*). Die Verwandtschaft der Walchien darf in der Tat am nächsten noch bei den Araucarien gesucht werden, worauf nicht nur die Ähnlichkeit der Laubzweige, die bei den Fossilien manchmal sehr trügerisch ist, sondern auch die Beschaffenheit des Holzes und der Marksteinkerne hinweist. Das Holz zeigt in der Art der Hoftüpfel — auf diese anatomischen Verhältnisse kann hier nicht weiter eingegangen werden — und im Gesamtaufbau große Ähnlichkeit mit dem Holz der Cordaiten und Araucarien. Als von den Walchienstämmen herrührend werden auch die unter dem Namen *Tylodendron* WEISS (*Schizodendron* EICHWALD) bekannten eigentümlichen länglichen Steinkerne angesehen (Fig. 141). Ursprünglich hielt man sie für besondere Pflanzen, bis man durch

günstige Funde erkannte, daß sie nichts weiter sind als die Ausfüllungen des Markhohlraums von großen Gymnospermenstämmen, deren Holz in einzelnen Fällen noch daran sitzend gefunden wurde. Künstliche Markausgüsse von Araucarienstämmen zeigen ähnliches Aussehen. Die Tylodendren sind, wie die Figur zeigt, sehr charakteristische Fossilien und finden sich speziell im Sandstein; als Leitfossilien sind sie ebenso beweisend für Rotliegendes wie Walchienzweige und *Callipteris* es sind. Zapfen sind von *Walchia* auch bekannt, man hat aber erst in einem Falle an den Zapfenschuppen Genaueres sehen können. Sie scheinen einsamig zu sein, was man ebenfalls als eine Annäherung an die Araucarien ansehen kann. Die Zapfen sind endständig und verhältnismäßig klein.

Gomphostrobus bifidus GEINITZ (Fig. 142). Meist einzeln gefundene, einsamige Fruchtschuppen, die in Zapfen vereinigt waren und an *Walchia*-ähnlichen Zweigen saßen. Fruchtschuppe an der Basis verbreitert, mit einem Samen oder dessen Eindruck, nach oben allmählich verschmälert, am Gipfel in zwei Gabelzipfel geteilt. Formen bald länglich-schmal, bald gedrungen-breiter, die schmalen öfter an Dicranophyllen erinnernd. Die Zapfen gehörten wahrscheinlich zu Koniferen, nähere Verwandtschaft aber unbekannt. Nicht allzu selten im Rotliegenden (noch nie tiefer gefunden), z. B. in Thüringen und Frankreich.

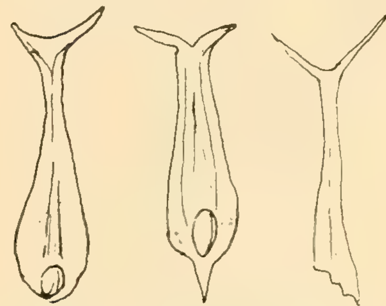


Fig. 142. *Gomphostrobus bifidus* H. B. GEINITZ. Rotliegendes, Thüringen.

Ullmannia GÖPPERT. Laubzweige von Nadelbäumen, die sich im Kupferschiefer an verschiedenen Stellen, namentlich in Deutschland, finden, z. B. im Mansfeldischen, in Riechelsdorf in Hessen, in der Geraer Gegend, auch im oberen Zechstein (Kupferletten von Frankenberg in Hessen). Die Benadelung ist verschieden; stets ist die Beblätterung wie bei den Walchien spiralig, die Nadeln sind teils kurzschuppig, teils länger nadelförmig. Namentlich die kurzschuppigen Formen entsprechen dem sonst aus dem Mesozoikum bekannten *Pagiophyllum*-Typus, mit dem man die Ullmannien auch vereinigen könnte, wenn es nicht aus praktischen Gründen besser wäre, diese Zechsteinkoniferen für sich zu benennen. Die Ullmannien sind seit langer Zeit durch den Kupferschieferbergbau bekannte Fossilien und wurden von den Bergleuten mit den verschiedensten Namen belegt und mit verschiedenen Pflanzen verglichen. Am häufigsten war die Vergleichung mit Kornähren, und zwar nicht nur bei den speziell dafür bekannten „Frankenberger Kornähren“ mit ihren kurzen Blättern, sondern auch bei den langblätterigen Formen, wie sie im Mansfeldischen und überhaupt vorherrschen. Die wirkliche Verwandtschaft dieser Koniferen ist vielleicht ebenfalls bei den Araucarien zu suchen, indes weiß man über die Beschaffenheit der Zapfen viel zu wenig, um in dieser Richtung sich bestimmter festlegen zu können.

U. Bronni GÖPPERT (T. 45, 7). Nadeln verhältnismäßig kurz, fast schuppenförmig, dicht gestellt und sich dachziegelig deckend, im Umriß also bei einzelnen gefundenen Nadeln etwa länglich eiförmig, bei guter Erhaltung mit feiner Längsstreifung versehen. Diese kurzblätterige Art ähnelt am

meisten dem genannten *Pagiophyllum*-Typus. Sie findet sich am häufigsten in der Frankenberger Gegend, auch in der Zechsteinüberlagerung des Ruhrkarbons in der Nähe des Rheins, sehr selten dagegen z. B. im Mansfeldischen und an anderen Fundorten. Die Frankenberger Fundorte gehören dem oberen Zechstein an.

U. frumentaria GÖPPERT. Der Name dieser Art erinnert an den oben erwähnten Umstand, daß die Ullmannien als Kornähren bezeichnet wurden (*frumentum*, Getreide, Korn). Die Nadeln sind bei dieser Art länger und von dem Stengel. wenigstens in ausgewachsenen Exemplaren, ziemlich starr nach vorne gerichtet abstehend, vom Grunde zur Spitze ziemlich allmählich verschmälert. Diese Art ist die bei weitem häufigste *Ullmannia* und z. B. das gewöhnlichste Pflanzenfossil im Mansfelder und Riechelsdorfer Kupferschiefer. Der Größe nach sind die Zweige verschieden und auch die Nadellänge ist keineswegs gleich, was zum Teil mit der Erhaltung jüngerer oder weniger entwickelter Zweige zusammenhängen mag. Die Art macht den Eindruck größerer Walchienzweige (wie T. 45, 5), aber ohne die typische Verzweigungsart dieser.



Fig. 143. *Voltzia Liebeana* H. B. GEINITZ. *a* Laubzweig, links davon zwei Blättchen von *Ullmannia Bronni* GOEPP. *c*—*f* Zapfenschuppen mit Samen. *g* reifer Same. Kupferschiefer von Gera (Thür.).

Es gibt noch andere seltenere *Ullmannia*-Arten, z. B. eine mit etwa parallelrandigen, langen, vorn abgestumpften Nadeln (*U. Solmsi* GOTHAN und NAGEL), die sich besonders in den Konkretionen des Ilmenauer Zechsteins gefunden hat, aber sonst nur ganz ausnahmsweise vorzukommen scheint.

Voltzia Liebeana H. B. GEINITZ. Von dieser Gattung werden aus dem Kupferschiefer beblätterte Zweige und Zapfen bezw. Zapfenschuppen angegeben, und letztere scheinen noch am häufigsten zu sein, allerdings nur an wenigen Fundorten in nennenswerter Zahl gefunden. Die Zweige, die hierher gerechnet werden, sind lockerer beblättert als die Ullmannien, die Nadeln mehr parallelrandig, abgestumpft, so daß eine Ähnlichkeit mit der eben genannten *Ullmannia Solmsi* herauskommt; es dürfte auch nicht immer leicht sein, diese Formen den Blättern nach getrennt zu halten. Viel leichter ist dies bei den

unverkennbaren Zapfenschuppen, die ganz ausnahmsweise auch noch in zusammenhängenden Zapfen gefunden worden sind. Die Zapfenschuppen sind (Fig. 143) mehrsamig, etwa dreisamig, und zeigen eine charakteristische (Drei-) Lappung am Gipfel, so daß die Zapfenschuppen auch als Einzelfunde kaum zu übersehen sind. Derartige *Voltzia*-Schuppen, als *Voltzia Liebeana* Geinitz bezeichnet, haben sich besonders im Kupferschiefer von Gera und im Ruhrgebiet beim Schachtabteufen gefunden, stellen aber sonst in der Kupferschieferflora Seltenheiten dar, und sind gewissermaßen Vorläufer der Gattung *Voltzia* im Buntsandstein, wo die bekannteste Art der Gattung, *V. heterophylla*, lokal häufiger gefunden ist.

Gymnospermensamen des Karbons und Perms

Wie schon z. B. S. 55 bemerkt, sind im Karbon und Perm eine Menge von verschiedenen Samen gefunden worden, die an den Fundorten oft in Menge auf den Gesteinsplatten herumliegen. Außer den kohlig erhaltenen Samen sind auch eine ganze Reihe von echt versteinerten, also mit Struktur erhaltenen bekannt geworden, und zwar sowohl aus unterkarbonischem wie aus mittelkarbonischem und permischem Material. Die im französischen Rotliegenden in wunderbarer Weise erhaltenen Samen hatte schon Brongniart zum Gegenstand des Studiums gemacht, und ein erst in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts herausgekommenes posthumes Werk legt Zeugnis davon ab. Aber auch die Torfdolomite und andere Materialien enthalten solche Samen, die besonders von den Engländern Williamson, Scott, Oliver untersucht worden sind. Wir hatten hiervon schon bei der Besprechung der Pteridospermen gesprochen. Auf die anatomischen Verhältnisse der karbonischen Samen kann hier nicht eingegangen werden, so interessant und wichtig sie in vieler Beziehung sind. Sie zeigen, obwohl zu recht verschiedenen Gruppen der Gymnospermen gehörig, manche gemeinsamen Charaktere, die sich unter den heutigen Gymnospermen bemerkenswerter Weise bei den Cycadeen und den Ginkgobäumen wiederfinden, also Gewächsgruppen von primitiven Eigenschaften. Besonders ist hier der Besitz einer Pollenkammer zu erwähnen, eines Organs unterhalb der Durchtrittsöffnung für die Pollenkörner, von wo dann die Pollenschläuche vorgetrieben sein würden. Höchst wahrscheinlich ist es jedoch, daß nach Analogie der Verhältnisse bei den genannten lebenden Gymnospermen es zur Bildung von selbstbeweglichen Spermatozoiden kam, deren Entdeckung bei Ginkgo und später bei den Cycadeen so großes Aufsehen in der botanischen Welt erregte. Ein Teil der Samen besaß fleischige „Hüllen", ähnlich wie etwa eine Pflaume oder Kirsche, oft findet man noch Spuren davon erhalten (Fig. 144, 1), oft ist aber nur der harte Samen„kern" erhalten. Der fleischige Mantel ist bei den kohlig erhaltenen Stücken meist verschwunden, markiert sich aber nicht selten als eine Art „Flügel" (Fig. 144, 4), und es ist oft kaum möglich, zu entscheiden, ob ein solcher Flügel wirklich ein echter, häutiger Samenflügel, wie etwa beim Pinussamen war, oder ein fleischiger Teil.

Als man die Fruktifikation der Pteridospermen oder Samenfarne noch nicht kannte, machte die Unterbringung der vielen gefundenen Samen im Karbon nicht geringe Schwierigkeiten, da nur die Cordaiten eigentlich als karbonische Samenpflanzen bekannt waren; erst die Aufklärung, daß viele äußerlich farnartige Pflanzen in Wirklichkeit Samenträger waren, rückte die Zahl der Samen in ein richtiges Licht. Man ist jedoch weit entfernt davon, die Zugehörigkeit der einzelnen Samenformen zu bestimmten Pflanzen von damals zu kennen, und nur bei einer kleineren Anzahl weiß man dies genauer. Wir hatten davon z. B. schon bei der Besprechung der Alethopteriden, der Lyginodendron-Gruppe der Sphenopteriden gesprochen. Manche Samen sind ohne Kenntnis gewisser innerer Strukturverhältnisse nicht bestimmbar, eine Anzahl sind aber schon äußerlich sehr gut kenntlich. Die Gruppierung der in Betracht kommenden fossilen Samen kohliger Erhaltung erfolgt nach der äußeren Form und insbesondere nach der Querschnittsform, soweit dieselbe bei kohlig erhaltenen Samen noch erkennbar ist. Man unterscheidet

1. Samen mit radiärem Bau, d. h. solche, deren Querschnitt durch mehr als eine Symmetrieebene in zwei gleiche Hälften geteilt werden kann, bezw. durch Legung gewisser Radien ebenfalls in mehrere gleiche Teile zerlegt werden kann (Beispiel: Fig. 144, 2, 6).

2. Samen mit zweiteilig symmetrischem Bau, d. h. solche, die nur durch eine Symmetrieebene in zwei gleiche Hälften geteilt werden können (Beispiel: Fig. 144, 1).

Es können hier nur wenige der zahlreichen Samenformen genannt werden, von denen in Fig. 144 einige Beispiele abgebildet sind.

1. Samen mit radiärem Bau. Hierher gehören die schon S. 37 genannten Samen der Lyginodendron-Gruppe, *Lagenostoma,* kleine Samen, mit meist mehreren Rippen an der Außenseite, die im kohligen Zustand meist schwer erkennbar sind. Ein sehr charakteristischer Same, der wahrscheinlich zu *Alethopteris, Neuropteris* u. a. gehören dürfte, ist der in verschiedenen Größen vorkommende *Trigonocarpus*-Typus (Fig. 144, 2), dessen größte Formen, oft in Sandstein sich findend, als *Tr. Noeggerathi* Sternb. bezeichnet werden. Sie sind mit die häufigsten Samen im Karbon. Ein sehr merkwürdiger Same ist *Codonocarpus* Brongt. (Fig. 144, 3), der im Permo-

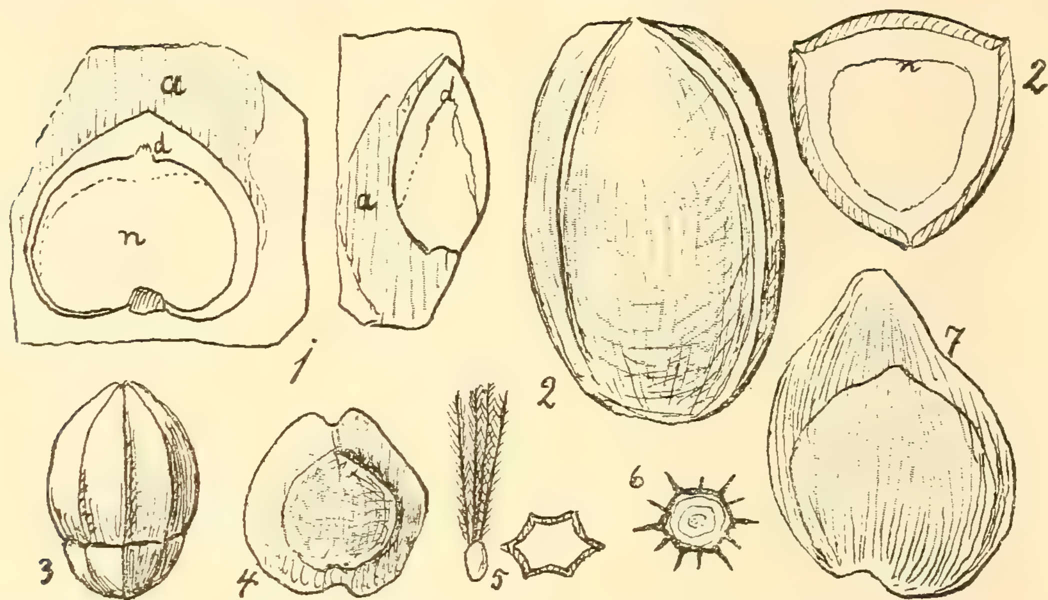


Fig. 144. Einige Samentypen aus Karbon und Perm. *1: Cardiocarpus drupaceus* Brongn., links Ansicht von vorne, rechts im Querschnitt; *a:* ehemals fleischiger Teil des Samens. *2: Trigonocarpus Parkinsoni* Brongn., rechts Querschnitt. *3: Codonospermum* Brongn. *4: Samaropsis* Goeppert. *5: Gnetopsis* Renault mit federartigen Anhängseln als Verbreitungsorgan; rechts Same durchschnitten. *6: Polypterospermum* Brongn., Querschnitt. *7: Rhabdocarpus* Goeppert und Berger mit fleischigem Außenteil, der eigentliche Same durchscheinend. Nach Brongniart, Goeppert, Renault.

karbon gefunden ist. Einen Samen wie Fig. 144, 6 in kohliger Form zu erkennen, dürfte nicht leicht sein, dagegen ist es einfacher bei der durch ihre federförmigen Anhängsel leicht kenntlichen *Gnetopsis* Renault.

2. Samen mit zweiteilig-symmetrischem Bau. Hier sind besonders zu erwähnen die zu den Cordaiten gehörigen *Cardiocarpus* (Herzsame) oder *Cordaicarpus* genannten Formen (Fig. 144, 1), die sich verhältnismäßig häufig finden. Ihre herzförmige Gestalt macht sie zu auffälligen Fossilien. Als *Rhabdocarpus* werden Samen bezeichnet von meist eiförmiger Gestalt, bei denen sich die etwa vorhanden gewesene fleischige Schicht noch meist über dem Kern sitzend zeigt, mit eigentümlicher Streifung, herrührend von den Leitbündeln darin (Fig. 144, 7). Rhabdocarpen haben meist zu Pteridospermen gehört, und ihre verschiedenen Arten gehören zu den nicht selten gefundenen Samen. *Samaropsis* Goeppert sind Samen, die meist ziemlich klein, am Außenrande eine deutliche „Flügelung“, einen „Rand“ zeigen (Fig. 144, 4), herrührend von der äußeren ehemals fleischigen Schicht, in selteneren Fällen auch von einem wirklichen, häutigen Flügel. Schließlich sei noch der durch seine flache, vollständige Kreisform leicht kenntliche *Cyclocarpus* Brgt. (Kreissame), erwähnt, etwa von der Größe der Rhabdocarpen.

Als Leitfossilien sind die Samen kaum verwertbar, insofern mit ihnen nicht bestimmte Unterhorizonte im Karbon und Perm unterschieden werden können; sehr wichtig sind sie dagegen in strukturbietender Erhaltung für morphologisch-botanische Studien, und die schönen Untersuchungen der vorn genannten Forscher legen Zeugnis davon ab.

Vorbemerkungen zu den nachfolgenden Vorkommenstabellen

Die Tabellen sollen eine Übersicht über das Vorkommen der einzelnen, im vorigen aufgeführten Arten in den einzelnen Unterabteilungen des (deutschen) Karbons geben. Die Gondwana- und Kupferschieferpflanzen bleiben hierbei außer Betracht. Eine Vergleichung der Unterabteilungen mit Tabelle S. 18 ergibt, welchen lokalen Unterabteilungen des Karbons einzelner Becken die oben unterschiedenen Stufen und Unterstufen entsprechen. Es sei jedoch der Bequemlichkeit halber hier noch einmal eine Übersicht in dieser Beziehung gegeben, und zwar für die deutschen Steinkohlenbecken, unter Verwendung der Lokalbezeichnungen.

1. Oberschlesien

Unterkarbon-Kulm = Kulm, z. B. Schlesisch-Mährischer Dachsteinschiefer.

Unteres Oberkarbon = Randgruppe (von den Hultschiner Schichten bis unter das Pochhammerflöz, das liegendste der Sattelgruppe).

Mittleres Oberkarbon = Sattelflözgruppe + Muldengruppe (oberer Teil = Chelmer Schichten; mittlerer Teil = sonstige Muldengruppe; unterer Teil = Sattelflöze).

Oberes Oberkarbon fehlt.

Rotliegendes fehlt im eigentlichen Becken; vorhanden in Galizien (rote Sandsteine, Karniowicer Kalk usw.).

2. Niederschlesien

Unterkarbon, Kulm (keine besondere Lokalbezeichnung).

Unteres Oberkarbon = Waldenburger Schichten, Liegendzug.

Mittleres Oberkarbon = Reichhennersdorf-Weißsteiner Schichten + Schatzlarer Schichten (Hangendzug; bei Schwadowitz: Xaveristollner Schichten).

Oberes Oberkarbon = Radowenzer Schichten. Idastollner Schichten bei Schwadowitz; Hexensteinarkosen usw.).

Rotliegendes (keine besonderen Lokalbezeichnungen).

3. Ruhrbecken

Unterkarbon: Kulm bezw. Kohlenkalk.

Unteres Oberkarbon: Noch nicht genau bekannt. Muß im tiefen Flözleeren stecken.

Mittleres Oberkarbon: (Oberer Teil des Flözleeren) + Magerkohle + Fettkohle + Gaskohle + Gasflammkohle; auch die Ibbenbürener Schichten (und Piesberg) gehören noch dazu (unterer Teil etwa = Teil des Flözleeren + Magerkohle; mittlerer Teil = Fettkohlen bis Gasflammkohlen; oberer Teil = Ibbenbürener und Piesberger Flöze). *Lonchopteris* nur in der Gaskohle.

Oberes Oberkarbon fehlt.

Rotliegend fehlt (? Mendener Konglomerat).

4. Aachener Karbon

a) Wurmbecken (deutscher Anteil):

Unterkarbon fehlt.

Unteres Oberkarbon fehlt.

Mittleres Oberkarbon = Gesamtheit der flözführenden Schichten (von den Flözen von Grube Karl Friedrich bis zu den höchsten von den Gruben Nordstern, Anna und Adolfschacht). Oberster Teil des mittleren Oberkarbons fehlt. *Lonchopteris* nur in den Flözen zwischen Groß-Athwerk, Klein-(Groß-)Langenberg und Flöz 12, Grube Anna.

b) Indebecken:

Unterkarbon = Kohlenkalk.

Unteres Oberkarbon etwa = Walhorner Schichten + Wilhelminehorizont (? Gedauer Konglomerat).

Mittleres Oberkarbon = Außenwerke (teilweise?) + Binnenwerke (letztere reichen hier anscheinend bis über das Niveau von Flöz Langenberg der Wurmmulde hinauf, soweit bisher erschlossen). Es ist nur der untere Teil des mittleren Oberkarbons (etwa = Außenwerke) und der mittlere Teil des mittleren Oberkarbons vertreten (Binnenwerke).

Oberes Oberkarbon und Rotliegendes fehlen.

5. Saarbecken

Unterkarbon fehlt.

Unteres Oberkarbon fehlt.

Mittleres Oberkarbon (nur der obere Teil vertreten) = Fettkohle + Flammkohle (obere Flammkohle = oberer Teil des mittleren Oberkarbons).

Oberes Oberkarbon = Ottweiler Schichten.

Rotliegendes = Rotliegendes (Cuseler + Lebacher + Tholeyer + Söterner + Waderner + Kreuznacher Schichten). Pflanzen meist nur im Unterrotliegenden (Cuseler und Lebacher Schichten), selten (Pfalz) im Oberrotliegenden.

6. Sächsisches Becken (Zwickau—Lugau—Ölsnitz)

Es ist nur der obere Teil des mittleren Oberkarbons vertreten (außer dem flözführenden Kulm von Bertelsdorf—Hainichen bei Chemnitz).

Oberes Oberkarbon fehlt.

Rotliegendes (ohne besondere Lokalbezeichnung; hierher u. a. das Döhlener Becken).

7. Hallesche Kohlen

Oberes Oberkarbon = Wettiner Schichten.

Rotliegendes.

8. Thüringer Wald

Oberes Oberkarbon: Wahrscheinlich das Flöz von Öhrenkammer bei Ruhla.

Rotliegendes: (Stockheimer-Gehrener + Manebacher + Goldlauterer + Oberhöfer Schichten.

Übersicht über die Pflanzenführung der älteren Formationen vom Kambrium bis zum Kupferschiefer (Zechstein)

Kupferschiefer (Zechstein)		Gymnospermen bereits vorherrschend (*Ullmannia, Voltzia, Baiera*); daneben einige „Pteridophyllen“, wie *Callipteris Martinsi* (letzte *Callipteris*), eine *Taeniopteris*, einige *Sphenopteris*-Arten u. a.
Rotliegendes		„Aussterbende Karbonflora“, im ganzen der des oberen Oberkarbons ähnelnd. Neuauftreten von *Callipteris, Walchia, Gomphostrobus* u. a. An verschiedenen Stellen verkieselte Pflanzenreste zahlreich. Erste Cycadophyten und Ginkgophyten (*Pterophyllum* und *Baiera* [sehr selten solche schon im oberen Oberkarbon]).
Oberkarbon	Oberes Oberkarbon (Ottweiler Sch.)	Abnahme vieler Gruppen des Karbons. Sphenopteriden wenig, *Pecopteris* viel; Subsigillarien zahlreich, Eusigillarien (rhytidolepe) sehr selten. Zunahme der Odontopteriden. *Callipteridium* beginnt, desgl. *Taeniopteris*. *Lepidodendron* und *Bothrodendron* schon selten. Kalamiten, Annularien, Sphenophyllen stellen Leitarten.
	Mittleres Oberkarbon	Hauptblütezeit der Karbonflora; Hauptflözbildungszeit. Zahlreiche Farne und Pteridospermen (*Sphenopteris, Pecopteris, Alethopteris, Lonchopteris* [nur im mittleren Teil], *Neuropteris* usw.), Sphenophyllen, Kalamiten, Lepidodendren, Eusigillarien (beginnend mit rhytidolepen und favularischen, letztere im unteren Teil wieder erlöschend), Bothrodendren, Cordaiten usw. Im obersten Teil Erscheinen der ersten Formen des oberen Oberkarbons („Ottweiler Stufe“). In bestimmten Flözen dieser Stufe im Ruhrrevier, Aachen (Wurmbecken), England (Lancashire) und Donetzbecken die Torfdolomite (Dolomitknollen, coal-balls)[1].
	Unteres Oberkarbon (Ostrauer, Waldenburger Sch.)	Nachläufer aus dem Kulm (Unterkarbon) in den tieferen Schichten. Weitere Entwicklung der Karbonflora. Sigillarien noch äußerst selten. Leitpflanzen u. a.: *Sphenopteris adiantoides („elegans“), diksonioïdes, divaricata* u. a. *(Sphenophyllum tenerrimum); Stigmaria stellata* usw. *Pecopteris*-Arten sehr selten, Neuropteriden, Alethopteriden desgl.
Unterkarbon (Kulm bezw. Kohlenkalk)		Beginn der eigentlichen Karbonflora. Starke Entwicklung der Lepidodendren, Kalamiten, der Pteridospermen, auch Cordaiten. Leitformen: (*Asterocalamites, Cardiopteris, Sphenopteridium, Rhacopteris, Adiantites*-Arten; *Lepidodendron Veltheimi, L. Volkmannianum* u. a.
Oberdevon		Erste Flora mit „karbonischer Physiognomie“. Baumförmige Gewächse, z. T. mit sekundärem Dickenwachstum nach Gymnospermenart bekannt. Spreitige Laubblätter mit einfacher (z. T. Fächer-) Aderung häufig. Erste „Gliederpflanzen“ (Articulatae). Spuren von Lepidophyten. *Archaeopteris*- oder Cyclostigmen-Flora.
Mittel- und Unterdevon		Psilophytenflora. Landgewächse allermeist krautig, niedrig; höhere baumförmige erst im höheren Mitteldevon lokal. Blätter (Blattspreiten) wenig oder gar nicht entwickelt. Pilze als Schmarotzer bekannt.
Ober- Silur Unter-		Keine Landpflanzen („Psilophyton? Hedei“). Nur marine Kalkalgen (Siphoneen), Girvanellen u. dergl.
Kambrium		Nur Spuren von Algen und *Problematica*.

[1]) Außer dem Vorkommen an einer Stelle der oberen Randgruppe Oberschlesiens bei Peterswald (Petzkowitz) im Koksflöz.

Allgemeines Vorkommen der wichtigeren Karbon- und Rotliegend-Pflanzen in den verschiedenen Stufen des Karbons (s. hierzu auch S. 18 ff.)

Arten, die in gewissen Kohlenbecken besonders charakteristisch sind, sind bezeichnet mit S = Saarrevier, O. S. = Oberschlesien, N. S. = Niederschlesien. Die Zusätze bei einzelnen Arten: u. T., o. T. bedeuten, daß sie im unteren resp. oberen Teil der betreffenden Unterstufe zu Hause sind.

Name der Art	Kulm-Unterkarbon	Oberkarbon					Rotliegendes
		unteres	mittleres			oberes[1]	
			unterer Teil	mittlerer Teil	oberer Teil		
Archaeopterides, Altfarne							
Archaeopteris (Oberdevon)							
Adiantites tenuifolius GOEPPERT	+						
— *oblongifolius* GOEPPERT		+					
Sphenopteridium dissectum GOEPPERT sp.	+						
— *Schimperi* GOEPPERT sp.	+						
Cardiopteris polymorpha GOEPPERT sp.	+						
Rhacopteris asplenites ETTINGSH.				?	+		
— *transitionis* STUR . .	+						
— *inaequilatera* GOEPPERT	+						
Sphenopterides, Keilfarne							
Sphenopteris obtusiloba BRONGN.				+	seltener		
— *striata* GOTH.				+	+		
— *nummularia* ANDR. .			?	+	+		
— *Sauveuri* CRÉP. . . .				+	selten		
— *Laurenti* ANDR. . . .				+			
Sphenopteris Hoeninghausi BRONGN. (*Lyginodendron*-Gruppe)			+	+			
— *Bäumleri* ANDR. . . .			+	(+)			
			(Lokal verschieden)				

[1] Bezüglich der Frage, welchen Schichten in den einzelnen Kohlenbecken die oben aufgeführten Unterabteilungen des Karbons entsprechen, ist auch die Tabelle S. 18 zu vergleichen.

Name der Art	Kulm-Unterkarbon	Oberkarbon: unteres	Oberkarbon: mittleres, unterer Teil	Oberkarbon: mittleres, mittlerer Teil	Oberkarbon: mittleres, oberer Teil	Oberkarbon: oberes	Rotliegendes
Sphenopteris Stangeri, Larischi & Schlehani Stur		+ (O. S.)					
Diplotmema-Gruppe							
Mariopteris muricata Schoth. sp.				+	+		
— *Sauveuri* Stur . . .				(o. T. +)	+		
— *acuta* Brongn. sp. . .			+	+ (im u. T.)			
— *latifolia* Brongn. . .					+		
Palmatopteris furcata Brongn. sp.			selten	+	selten		
Alloiopteris Potonié . .							
— *coralloides* Gutb. sp. .				+			
— *Sternbergi* Ettingsh. .				+	selten		
Sphenopteris adiantoides Schloth. sp. (= *Sph. elegans* Brongn.); *Heterangium Grievei* . . .	?	+					
Discopteris karwinensis Stur				+			
— *Goldenbergi* Andr. sp.				+ (im o. T.) S	+		
Pecopterides, Kammfarne							
Pecopteris arborescens Brongn.					? selten	+	+
— *Candolleana* Brongn. .						+	+
— *Miltoni* Art. sp. . .				+	+		
— *hemitelioides* Brongn. .						+	+
— *polymorpha* Brongn. .						+	+
— *pennaeformis* Brongn. .				+			
— *aspera* Brongn. . . .		+	selten				
— *plumosa* Art. sp. . .			selten	+	+	?	?
— *unita* Brongn. . . .					+	+	+

Name der Art	Kulm-Unterkarbon	Oberkarbon					Rotliegendes
		unteres	mittleres			oberes	
			unterer Teil	mittlerer Teil	oberer Teil		
Pecopteris feminaeformis SCHLOTH.					selten, nur lokal	+	+
Alethopterides							
Alethopteris lonchitica SCHLOTH. sp.			+	+	selten		
— *Serli* BRONGNT.				+	+		
— *valida* BOULAY			?	+	+		
— *decurrens* ART. sp.			var.	+	?		
— *Davreuxi* BRONGN.				+	+		
— *Grandini* BRONGN.					selten	+	+
Lonchopteris rugosa BRONGN.				+ (nur im mittl. T.)			
— *silesiaca*				+ (O. S.)			
Palaeoweichselia Defrancei BRONGN. sp.					(S.) +		
Callipterides							
Callipteridium pteridium SCHLOTH. sp.						+	
— *gigas* GUTB. sp.						selten (Frankr.)	+
Callipteris conferta BRONGN.							+
— *Naumanni* GUTB. sp.							+
— *lyratifolia* GOEPP.							+
und andere Arten (*C. Martinsi* im Kupferschiefer)							+
Odontopterides							
Odontopteris subcrenulata ROST sp.						+	+
— *osmundaeformis* SCHLOTH. sp.							+
— *alpina* STERNB. sp.					+	+	
— *minor* BRONGN.						+	+
— *Reichiana* GUTB.					+	?	

Name der Art	Kulm-Unterkarbon	Oberkarbon					Rotliegendes
		unteres	mittleres			oberes	
			unterer Teil	mittlerer Teil	oberer Teil		
Margaritopteris (Odont.) *Coemansi* ANDR. sp.				+ (O. S.)	+ (S.)		
Neuropterides							
Neuropteris heterophylla BRONGN.				+	+		
— *tenuifolia* SCHLOTH. sp.				+ (o. T.)	+		
— *rarinervis* BUNBURY					+		
— *ovata* HOFFM.					+		
— *obliqua* BRONGN.				+			
— *Schlehani* STUR		s. selten	+	selten (nur im u. T.)			
— *gigantea*			+	+	+		
Linopteris Münsteri EICHW. sp.					+		
— *Germari* GIEBEL							+
— *neuropteroides* GUTB.				+	+		
— *obliqua* BUNBURY				+	+		
Cyclopteris orbicularis BRONGN.				+	+		
Taeniopterides, Bandfarne							
Taeniopteris jejunata GRAND' EURY						selten	+
— *multinervis* WEISS							+
Sphenophyllales, Keilblattgewächse							
Sphenophyllum tenerrimum			(viell. besond. Art)				
ETTINGSH.	+		+	+			
Sph. majus BRONN.					+		
— *myriophyllum* CRÉP.				+	+		
— *cuneifolium* STERNB.			selten	+	+		
— *emarginatum* BRONGN.					+		
— *verticillatum* SCHLOTH.						+	
— *oblongifolium* GERM.						+	+
— *Thoni* MAHR.							+
Protocalamariaceae, Urkalamiten							
Asterocalamites scrobiculatus SCHLOTH. sp.	+	i. u. T. erlöschend					

Name der Art	Kulm-Unterkarbon	Oberkarbon: unteres	Oberkarbon: mittleres: unterer Teil	Oberkarbon: mittleres: mittlerer Teil	Oberkarbon: mittleres: oberer Teil	Oberkarbon: oberes	Rotliegendes
Calamariaceae							
Calamites Suckowi		selten	+	+	+	selten	s. selten
— *Cisti* Brongn.			+	+	+	selten	
— *undulatus* Sternb.			+	+	+	? s. selten	?
— *gigas* Brongn.							+
— *distachyus* Sternb.				+	?		
— *schützeiformis* Jongm. u. Kidst.			+	+	+	?	
— *cruciatus* Sternb.					+	+	
— *congenius* Grand' Eury						+	+
— *ramosus* Art. (*carinatus* Sternb.)			selten	+	+		
— *paleaceus* Stur				+	+		
— *ramifer* Stur		+	?				
— *Goepperti* Ettingsh.				+	+		
— *Sachsei* Stur				+	+		
Annularia stellata Schloth. sp.					selten	+	+
— *radiata* Brongn.			?	+	+		
— *sphenophylloides* Zenker				selten (o. T.)	+	+	
Asterophyllites equisetiformis Sternb.				?	+	+	+
— *longifolius* Sternb.			+	+	+	selten	s. selten
— *grandis* Sternb.			?	+	+		
— *charaeformis* Sternb.				+	+		
Calamostachys tuberculatus Sternb.					selten	+	+
Palaeostachya pedunculata Will.				+	+		
Cingularia typica Weiss				+ (S)	+ (häufig S)		
Lepidophyta, Schuppengewächse							
Lepidodendraceae, Schuppenbäume							
Lepidodendron Veltheimi Sternb.	+	selten					
— *Volkmannianum* Sternb.	+	selten					

Name der Art	Kulm-Unterkarbon	Oberkarbon unteres	Oberkarbon mittleres unterer Teil	Oberkarbon mittleres mittlerer Teil	Oberkarbon mittleres oberer Teil	Oberkarbon oberes	Rotliegendes
Lepidodendron aculeatum STERNB.		selten	+	+	+		
— *rimosum* STERNB.			?	+	+		
— *Wortheni* LESQU.				+	+		
— *lycopodioides* STERNB.			+	+	+		
— *oculus felis* ABBADO sp.						+ (nur Ostasien)	+
— *acuminatum* GOEPPERT	+						
Lepidophloios laricinus STERNB.		selten	+	+	+	erlöschend	
(— *macrolepidotus* STERNB.				+	+)		
Lepidostrobus variabilis H. B. GEIN.			+	+	+		
Ulodendron majus L. und HUTT.			+	+	?		
— *minus* L. und HUTT.	?	selten	+	+	?		
Bothrodendron minutifolium L. u. HUTT.		?	+	+	+		
Sigillariaceae, Siegelbäume							
1. Gruppe: *Rhytidolepis*		?	+	+	+	selten	
2. Gruppe: *Favularia*		selten	+	+			
3. Gruppe: *Subsigillariae*					selten	+	+
1. *Sigillaria rugosa* BRONGN.				+	selten		
— *elongata* BRONGN.				+	?		
— *Schlotheimiana* BRONGN.			+	+			
— *scutellata* BRONGN.				+	?		
— *Boblayi* BRONGN.				+ (o. T.)	?		
— *tesselata* BRONGN.				+ (o. T.)	+	selten	
— *mammillaris* BRONGN.				+	+		
— *principis* WEISS					+		
— *cumulata* WEISS					+		
— *laevigata* BRONGN.				(o. T.) +	+		
2. *Sigillaria elegans* BRONGN.			+	+ (u. T.)			
— *cancriformis* WEISS			+ (nur O.S. und N. S.)				

Name der Art	Kulm-Unterkarbon	Oberkarbon: unteres	Oberkarbon: mittleres, unterer Teil	Oberkarbon: mittleres, mittlerer Teil	Oberkarbon: mittleres, oberer Teil	Oberkarbon: oberes	Rotliegendes
Sigillaria decorata WEISS				+ (nam. O. S.)			
3. *Sigillaria Brardi* BRONGN. . . .						+	+
— *Menardi* BRONGN.						+	+
— *ichthyolepis* STERNB.						+ (nam. S.)	
Stigmaria ficoïdes BRONGN.	+	+	+	+	+	seltener	
— *stellata* GOEPPERT . .		+					
Stigmariopsis GRAND' EURY						+	?
Asolanus camptotaenia WOOD				selten	+	seltener	
(*Omphalophloios anglicus* WHITE				+	+)		
Cordaitaceae, Cordaitenbäume							
Cord. principalis GERM. .	?	selten oder ?	+	+	+	+	
— *borassifolius*					+	+	
Cordaianthus Pitcairniae .				+	+		
Ginkgophyta							
Baiera digitata HEER (meist Kupferschiefer) . . .							sehr + selten
Dicranophyllum gallicum GRAND' EURY						sehr selten	+ selten
Cycadophyta							
Pterophyllum blechnoides SANDB.							+ selten
Coniferae, Nadelbäume							
Walchia (alle Arten) . .						sehr selten (Frankr.)	+
Gomphostrobus bifidus GEINITZ							+

Index der behandelten Arten und Gattungen

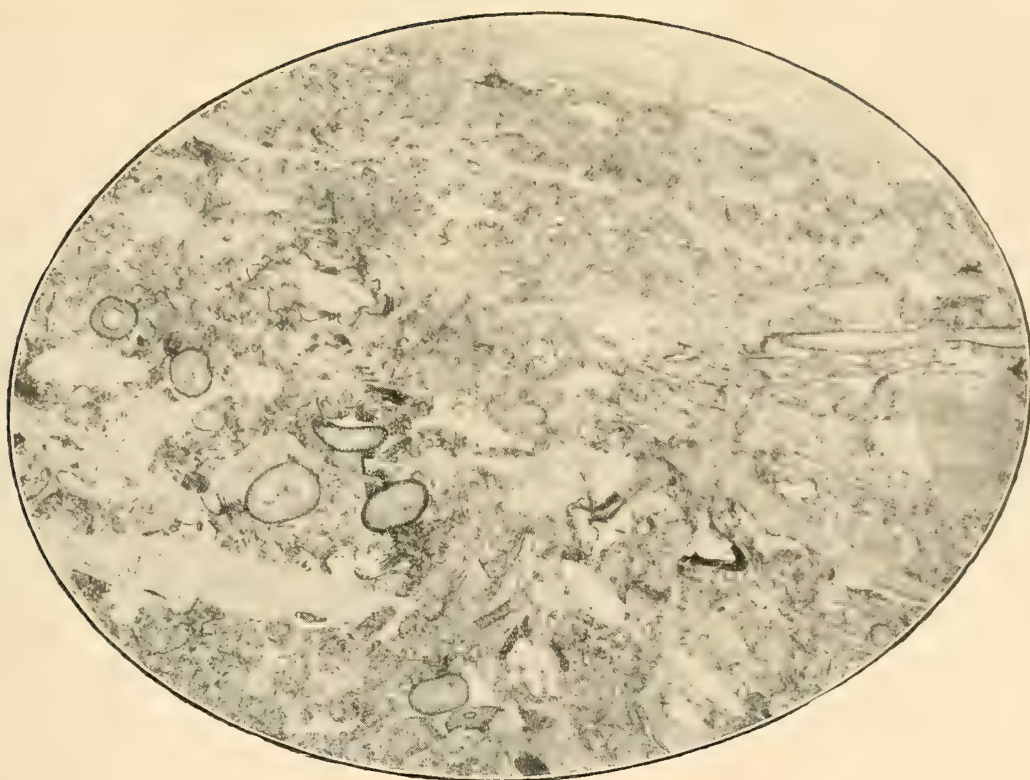
Tafeln

zur Karbon- und Permflora

Tafel 1[1]

---

[1]) Die bei den einzelnen Figuren in ( ) hinzugefügten Fundortsangaben beziehen sich auf das einzelne, abgebildete Stück.



1. Dünnschliff durch eine Dolomitknolle



2. *Lyginodendron oldhamium*



3. *Asteroxylon Mackiei*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



1. *Mariopteris muricata*



2. *Cardiopteris polymorpha*



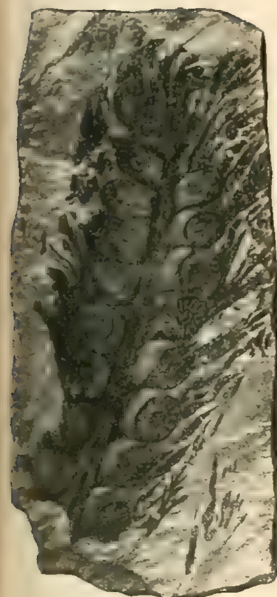
3. *Adiantites tenuifolius*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

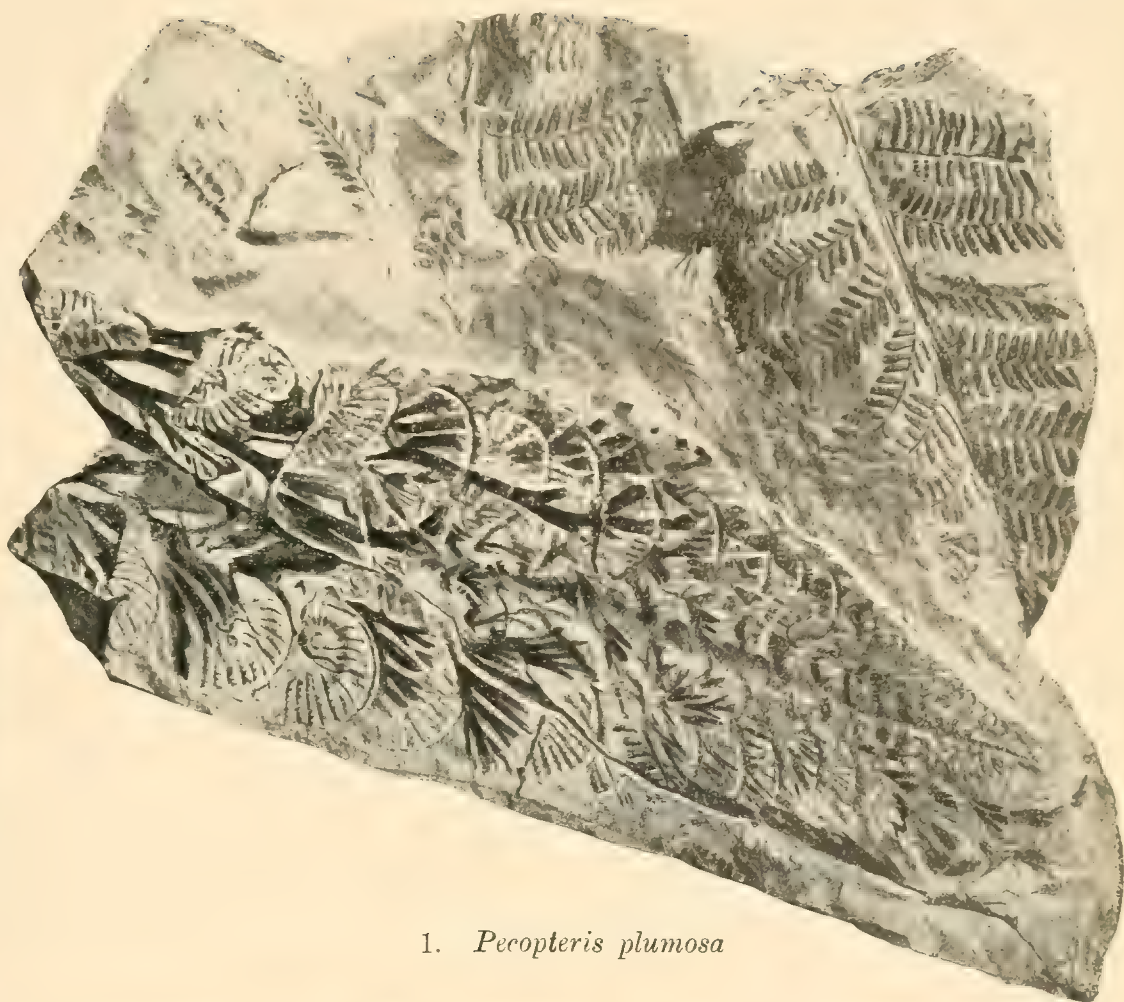
Tafel 2

Tafel 3

		Seite
Fig. 1, 1a.	Exemplare von jungen Wedeln von *Pecopteris plumosa* ARTIS sp. mit noch eingerollten Blättern und ansitzenden, schon vollständig entwickelten Aphlebien. 1a sehr junges, 1 schon mehr entwickeltes Exemplar; rechts oben vollständig erwachsene Blättchen der Art (Saarrevier) . .	25, 51
Fig. 2.	*Pecopteris aspera* BRONGNIART mit noch ansitzenden Aphlebien am Grunde der Seitenstiele. Untere Muldengruppe (mittleres Oberkarbon) (Oberschlesien, Bohrung Preußengrube)	25, 51



a. *Pecopteris plumosa* mit Aphlebien



1. *Pecopteris plumosa*



2. *Pecopteris aspera*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



1. *Sphenopteris striata*

2. *Sphenopteris Sauveuri*

3. *Sphenopteris Sauveuri*

Verlag von
Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 4

Seite

Fig. 1. *Sphenopteris striata* GOTHAN, ziemlich großblätteriges Exemplar. Die feine Streifung der Blattoberfläche ist auf den vergrößerten Blättchen deutlich sichtbar ($^4/_1$). Mittlerer und oberer Teil des mittleren Oberkarbons (Piesberg bei Osnabrück) 34

Fig. 2 und 3. *Sphenopteris Sauveuri* CRÉPIN. Mittlerer und oberer Teil des mittleren Oberkarbons (2: oberschlesisches Karbon, Muldengruppe, Bohrung Woschczytz; 3: Saarrevier, Fettkohle, Gr. Heinitz) 34

Tafel 5



1. *Sphenopteris Laurenti*

2. *Sphenopteris Stangeri*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

1. *Sphenopteris Hoeninghausi*

2. *Lonchopteris rugosa*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 5a

Seite

Fig. 1. *Sphenopteris Hoeninghausi* BRONGNIART (*Lyginodendron*-Gruppe). Unterer und mittlerer Teil des mittleren Oberkarbons (Oberschlesische Muldengruppe) 37

Fig. 2. *Lonchopteris rugosa* BRONGNIART. Die Maschenaderung ist deutlich sichtbar, Exemplar mit gröberen Adermaschen. Nur in einem Teil des mittleren Oberkarbons, der etwa der Gaskohle im Ruhrrevier entspricht; vergl. Tabelle S. 18 und Text S. 60 (Oberschlesische Muldengruppe, frühere Agnes-Amandagr. bei Myslowitz) 60

Tafel 6

Seite

Sphenopteris Larischi Stur (*Lyginodendron*-Gruppe). Teil eines großen Blattes mit deutlicher Gabelung des Stengels; Beschuppung schwach. Unteres Oberkarbon (Oberschlesien, Randgruppe, Leogr. bei Rybnik) 38



Sphenopteris Larischi

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



1. *Mariopteris acuta*



2. *Mariopteris latifolia*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 7

Seite

Fig. 1. *Mariopteris acuta* BRONGNIART, vollständiges Blatt mit deutlich diplotmematischem (mariopteridischem) Aufbau. Namentlich unterer Teil des mittleren Oberkarbons (Magerkohle des Ruhrreviers, Zeche Hamburg u. Franziska b. Witten, Fl. Mausegatt) 40

Fig. 2. *Mariopteris latifolia* BRONGNIART. Die Zähnelung der Blättchen deutlich sichtbar. Oberster Teil des mittleren Oberkarbons (Saarbrücker Flammkohle, Grube Serlo) 40

Tafel 8

Seite

Palmatopteris (Diplotmema) furcata (Brongniart) Potonié. Exemplar mit zum Teil kompakteren, zum Teil spitz ausgezogenen Blättchen (? Träufelspitzen). Mittleres Oberkarbon (Saarbrücken: Gersweiler) 41



Palmatopteris (Diplotmema) furcata

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



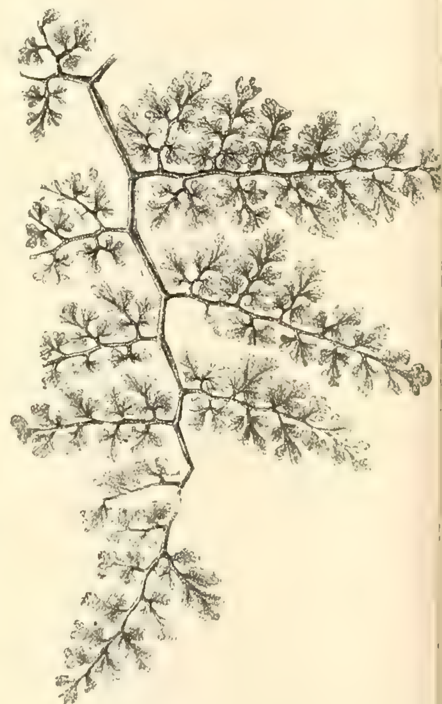
1. *Palmatopteris (Diplotmema) furcata*



3. *Sphenopteris adiantoides*



4. *Sphenopteris divaricata*



2. *Sphenopteris flexuosissima*

Verlag von
Gebrüder Borntraeger in Berli

Tafel 9

Seite

Fig. 1. *Palmatopteris (Diplotmema) furcata* (Brongniart) Potonié. Exemplar mit durchweg spitzeren Blättern und deutlich „diplotmematischem“ Aufbau (Oberschlesische Muldengruppe, Jaworzno, Galizien) 41

Fig. 2. *Sphenopteris flexuosissima* Stur. Mittleres Oberkarbon, oberer Teil (Niederschles. Karbon, Neurode) 35

Fig. 3. *Sphenopteris adiantoides* Schlotheim *(Sph. elegans* Brongniart et auctorum). Unteres Oberkarbon (Niederschlesien, Waldenburger Schichten) 43

Fig. 4. *Sphenopteris divaricata* Goeppert. Unteres Oberkarbon (Niederschlesien, Waldenburger Schichten) 44

Tafel 10

Seite

Fig. 1. *Sphenopteris adiantoides* SCHLOTHEIM (*Sph. elegans* BRONGNIART et auctorum). Unteres Oberkarbon (Niederschlesien, Waldenburger Schichten). Die Querriefung des Stengels ist besonders gut sichtbar (vergl. *Heterangium Grievei* WILLIAMSON) . . . 43

Fig. 2 und 3 (rechts). *Discopteris karwinensis* STUR. Zu beachten sind die abweichend gestalteten, abwärts gerichteten Blättchen am Grunde der Seitenteile von Fig. 2. Fig. 3 rechts: Blättchen der vorigen Art mit Sporangienhaufen, daneben ein solcher vergrößert. Oberer Teil des mittleren Oberkarbon (Muldengruppe: Oberschlesien) 45

Fig. 3 (links). Blättchen von *Discopteris Schumanni* STUR mit Sporangienhaufen, daneben ein solcher vergrößert; die unteren beiden auf den Blättchen abgenommen. Bisher nur im Niederschlesischen Karbon (Hangendzug, Rubengrube) 45

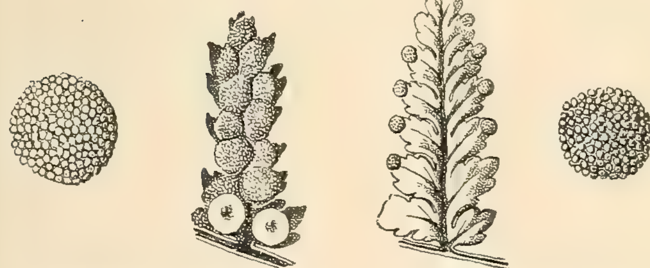
Fig. 4. *Discopteris Vüllersi* STUR. Vorkommen wie vorige. (Aus dem Kleinasiatischen Karbon von Eregli, dessen Flora auffallenderweise mit den beiden in Schlesien besondere Verwandtschaft zeigt) 45



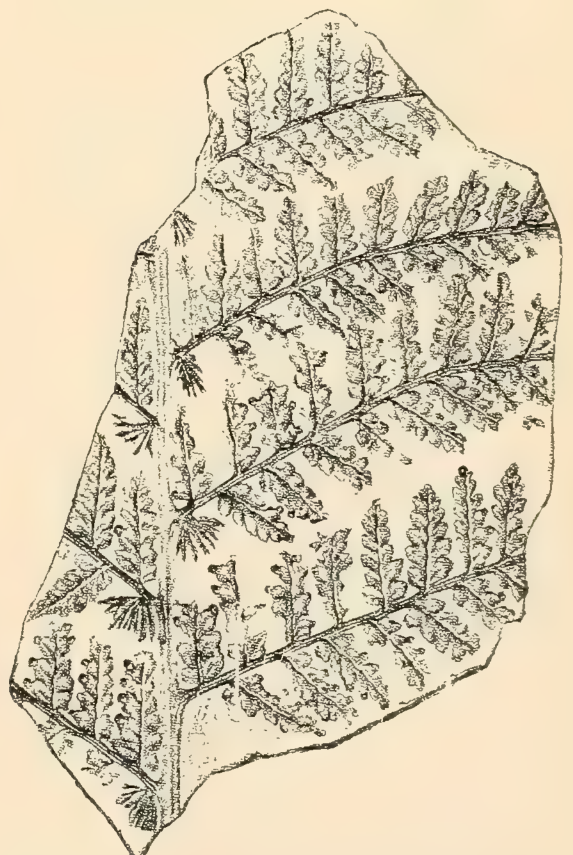
1. *Sphenopteris adiantoides*



4. *Discopteris Vüllersi*



3. *Discopteris Schumanni* 3. *D. karwinensis*



2. *Discopteris karwinensis*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin









1. u. 2. *Sphenopteris (Renaultia) Schatzlarensis* 3. *Sphenopteris (Renaultia) Schwerini*
4. *Discopteris Vüllersi*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

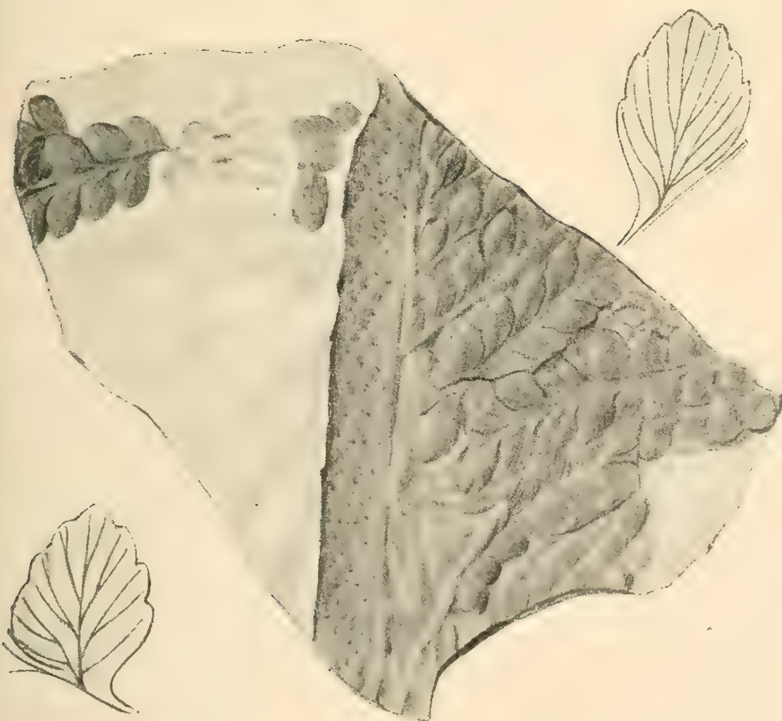
Tafel 10a

		Seite
Fig. 1 und 2.	*Sphenopteris (Renaultia) Schatzlarensis* STUR. Mittlerer Teil des mittleren Oberkarbons. Bei sch usw. Stücke von *Sphenopteris (Renaultia) Schwerini* STUR. (Oberschlesische Muldengruppe: Grube Karsten-Zentrum b. Beuthen). Fig. 2 mit abweichenden, „aphleboiden" Blättchen	46
Fig. 3.	*Sphenopteris (Renaultia) Schwerini* STUR. Vorkommen wie Fig. 1. (Oberschlesische Muldengruppe: Bradegrube)	46
Fig. 4.	*Discopteris Vüllersi* STUR mit Sporangienhaufen, vergrößert. (Oberschlesische Muldengruppe: Bohrung Chwallowitz) . . .	45

Tafel 11

		Seite
Fig. 1.	*Sphenopteris bermudensiformis* SCHLOTHEIM (*Sph. distans* STUR). Unteres Oberkarbon (Niederschlesien: Waldenburger Schichten)	44
Fig. 2 und 2a.	*Sphenopteris (Discopteris) Goldenbergi* ANDRAE. Oberster Teil des mittleren Oberkarbons. Bisher nur aus der Flammkohle und oberen Fettkohle des Saarreviers bekannt. (2: Ottenhausen, Saarstollen; 2a: Dudweiler)	45

1. *Sphenopteris bermudensiformis*

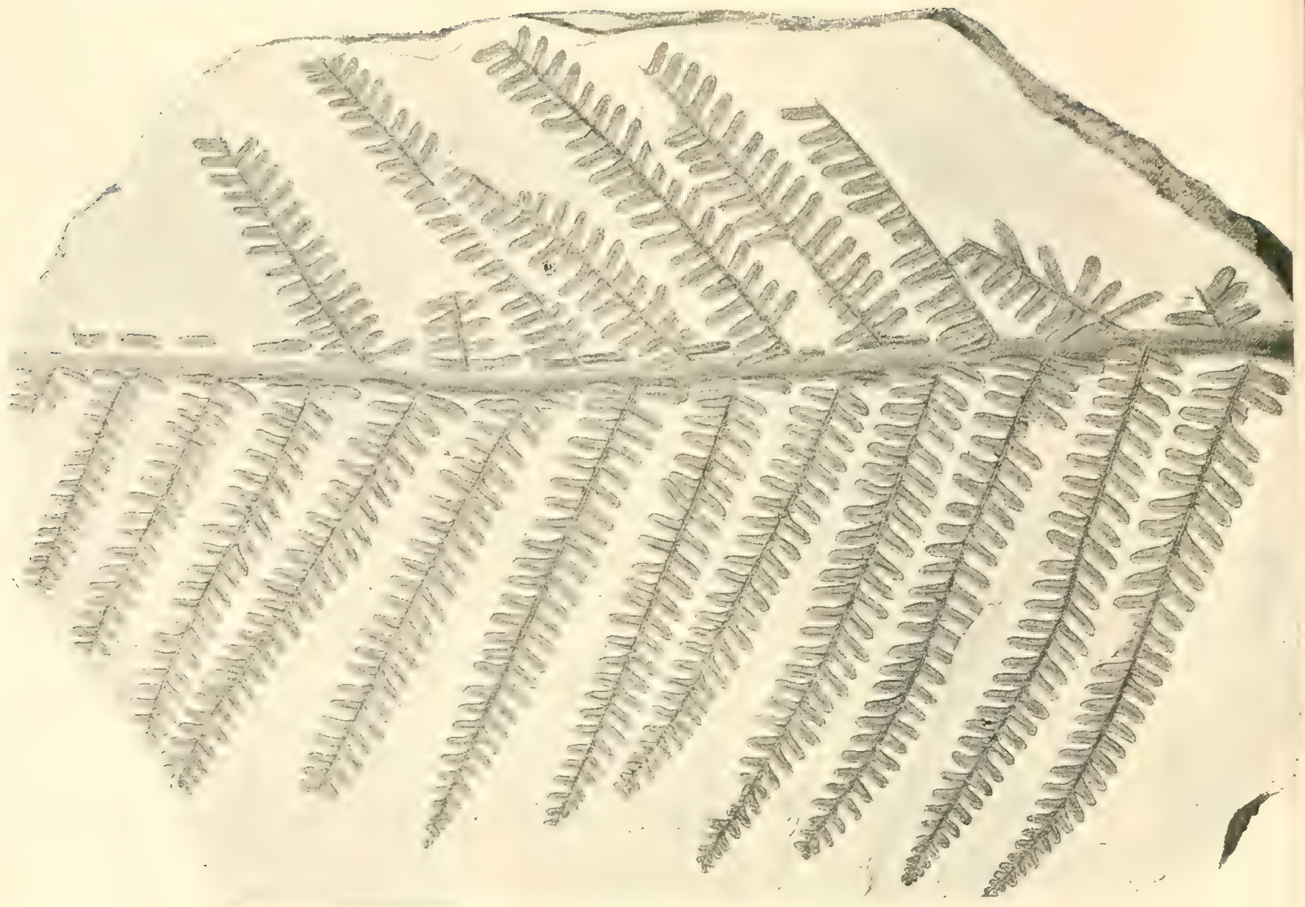


2.
Sphenopteris (Discopteris) Goldenbergi



2a.
Sphenopteris (Discopteris) Goldenbergi

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



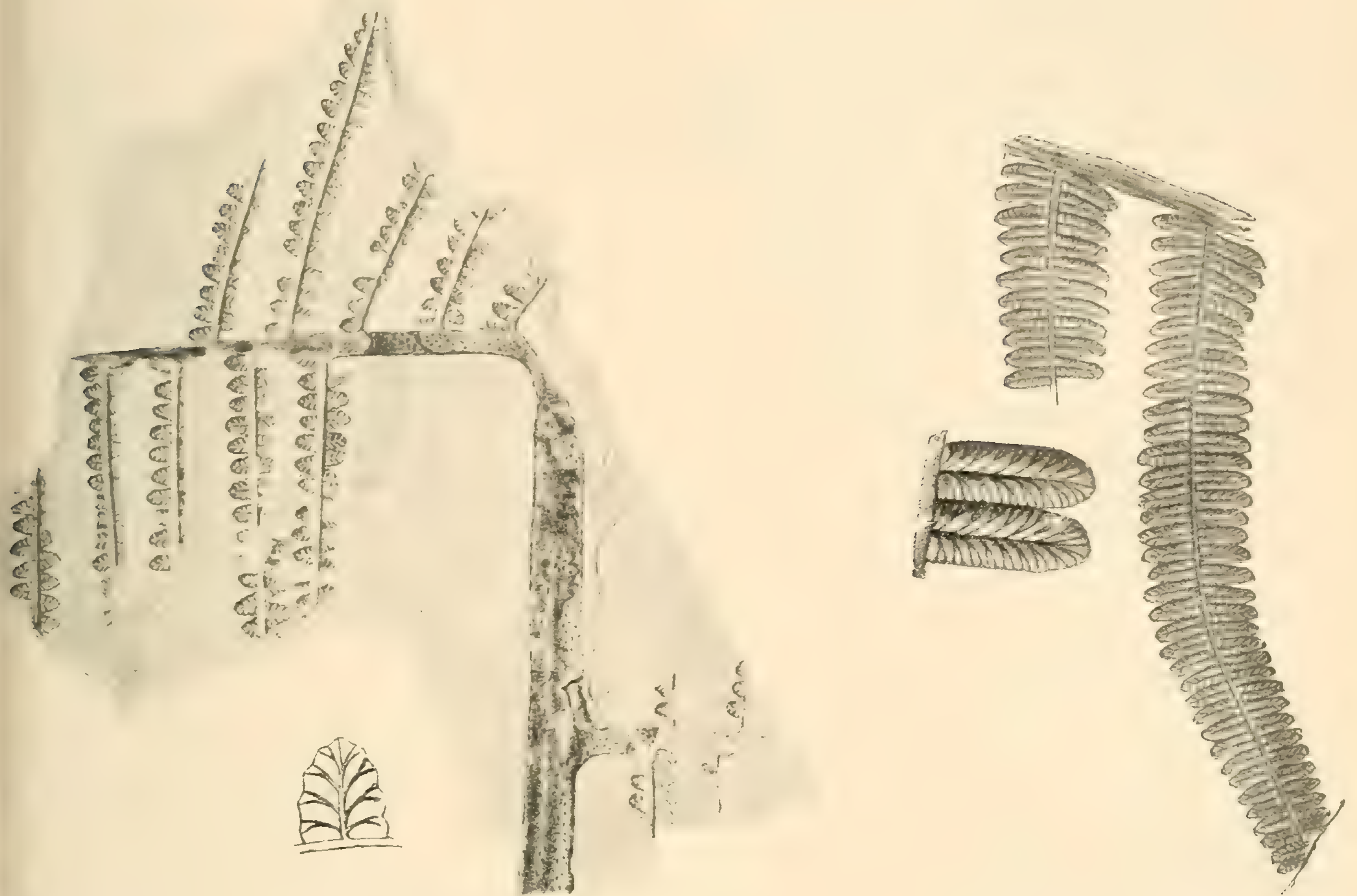
1. *Pecopteris Candolleana*

2. *Pecopteris Miltoni*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 12

Tafel 13



2. *Pecopteris pennaeformis*

1. *Pecopteris cyathea*

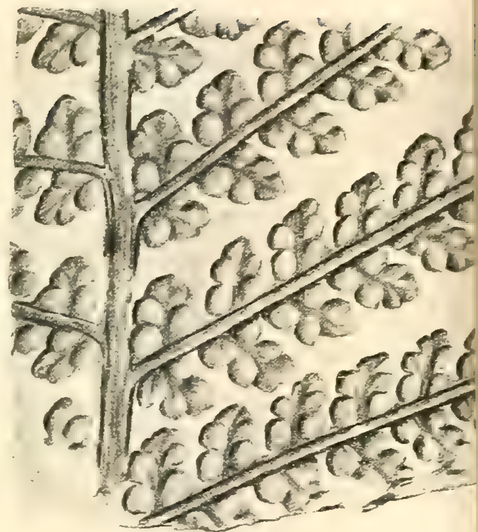


3. *Pecopteris feminaeformis*

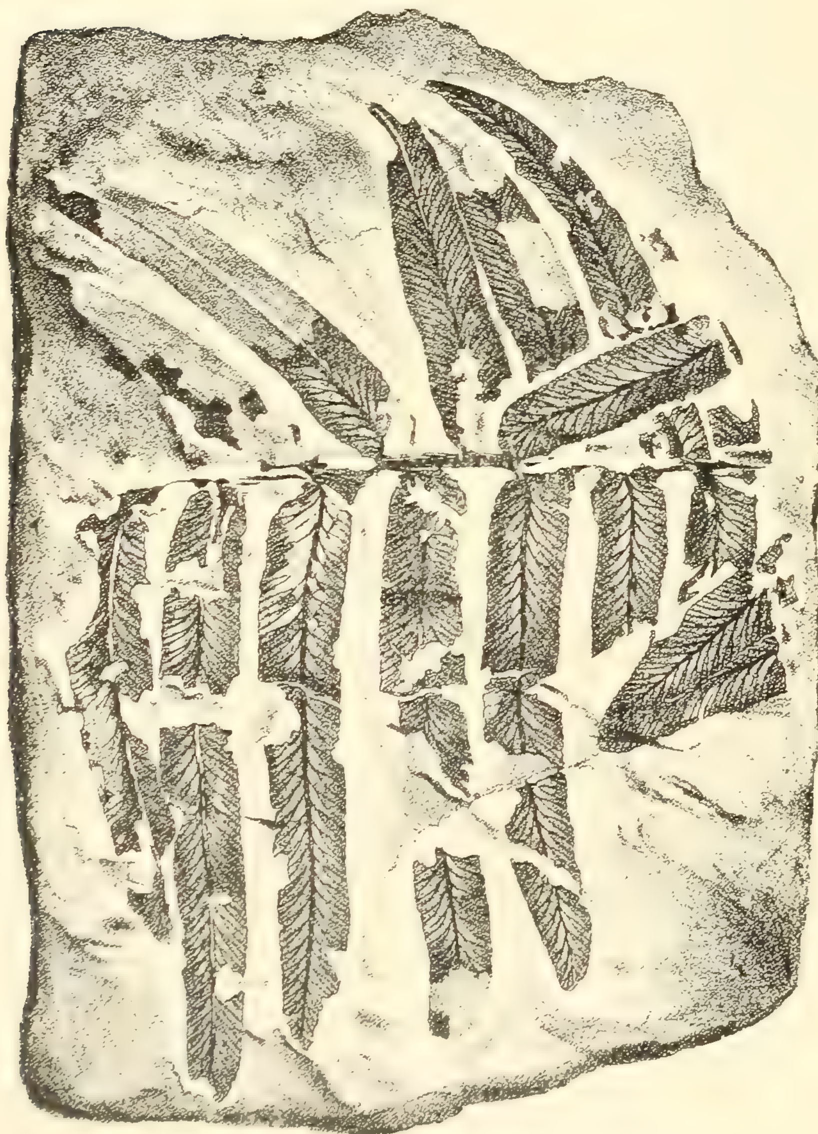
Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



2. *Pecopteris Pluckeneti*



3. *Pecopteris Pluckeneti*



4. *Desmopteris longifolia*





1. *Pecopteris aspera*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 14

Seite

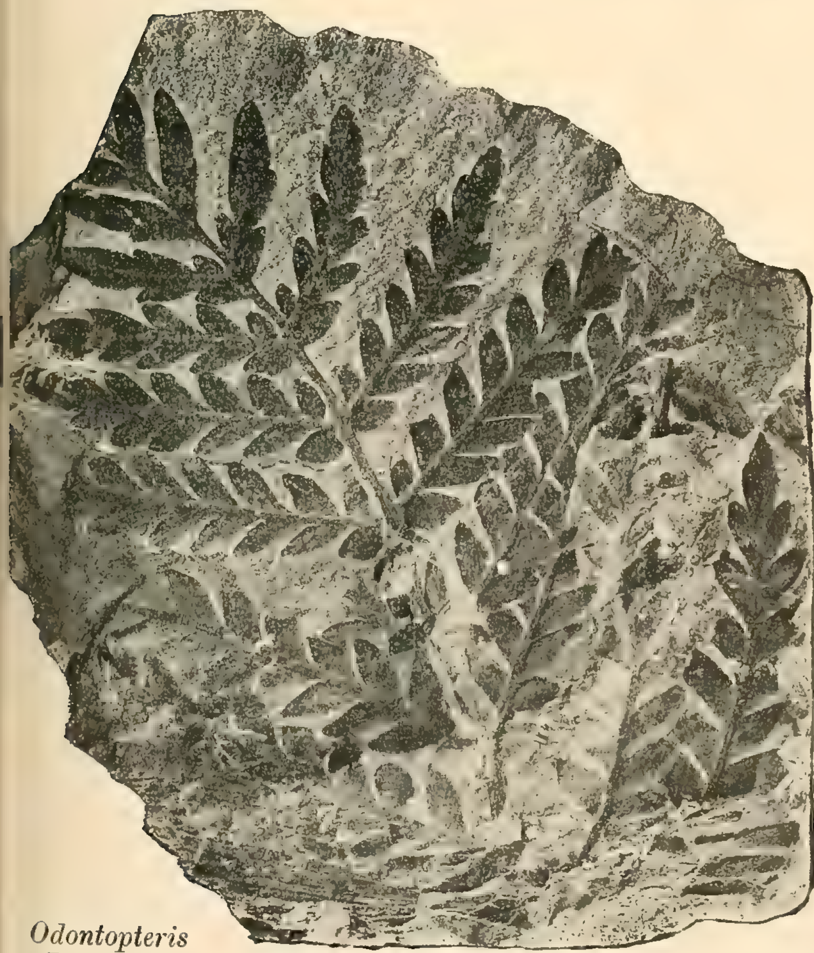
Fig. 1. *Pecopteris aspera* BRONGNIART. Unteres Oberkarbon bis unterer Teil des mittleren Oberkarbons (Aachener Becken: Inderevier, Wilhelmine Flöze). S. auch T. 3, 2 51

Fig. 2 und 3. *Pecopteris Pluckeneti* SCHLOTHEIM sp. Oberster Teil des mittleren Oberkarbons bis Rotliegendes. (2: Wettiner Steinkohlenbecken, 3: obere Flammkohle des Saarreviers) 53

Fig. 4. *Desmopteris longifolia* STUR. Oberer Teil des mittleren Oberkarbons (Saarrevier, Fettkohle: Gr. Rischbach, St. Ingbert) . . 55

Tafel 15

1. *Odontopteris subcrenulata*



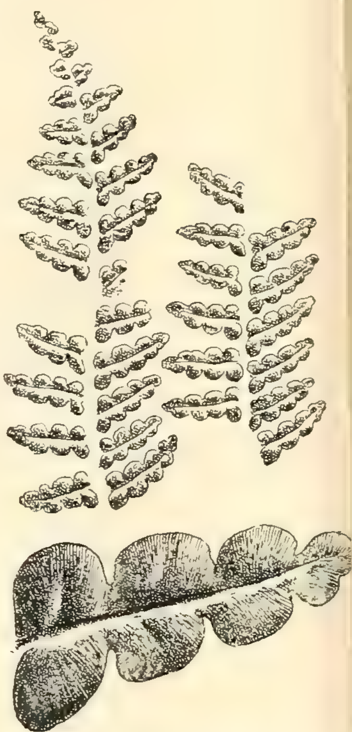
Odontopteris Reichiana



3. *Lonchopteris rugosa*

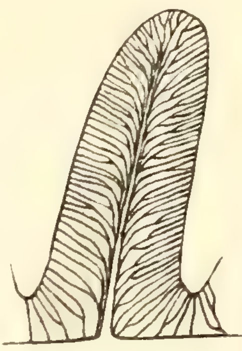


1. *Alethopteris valida*



3. *Odontopteris (Margaritopteris) Coemans*





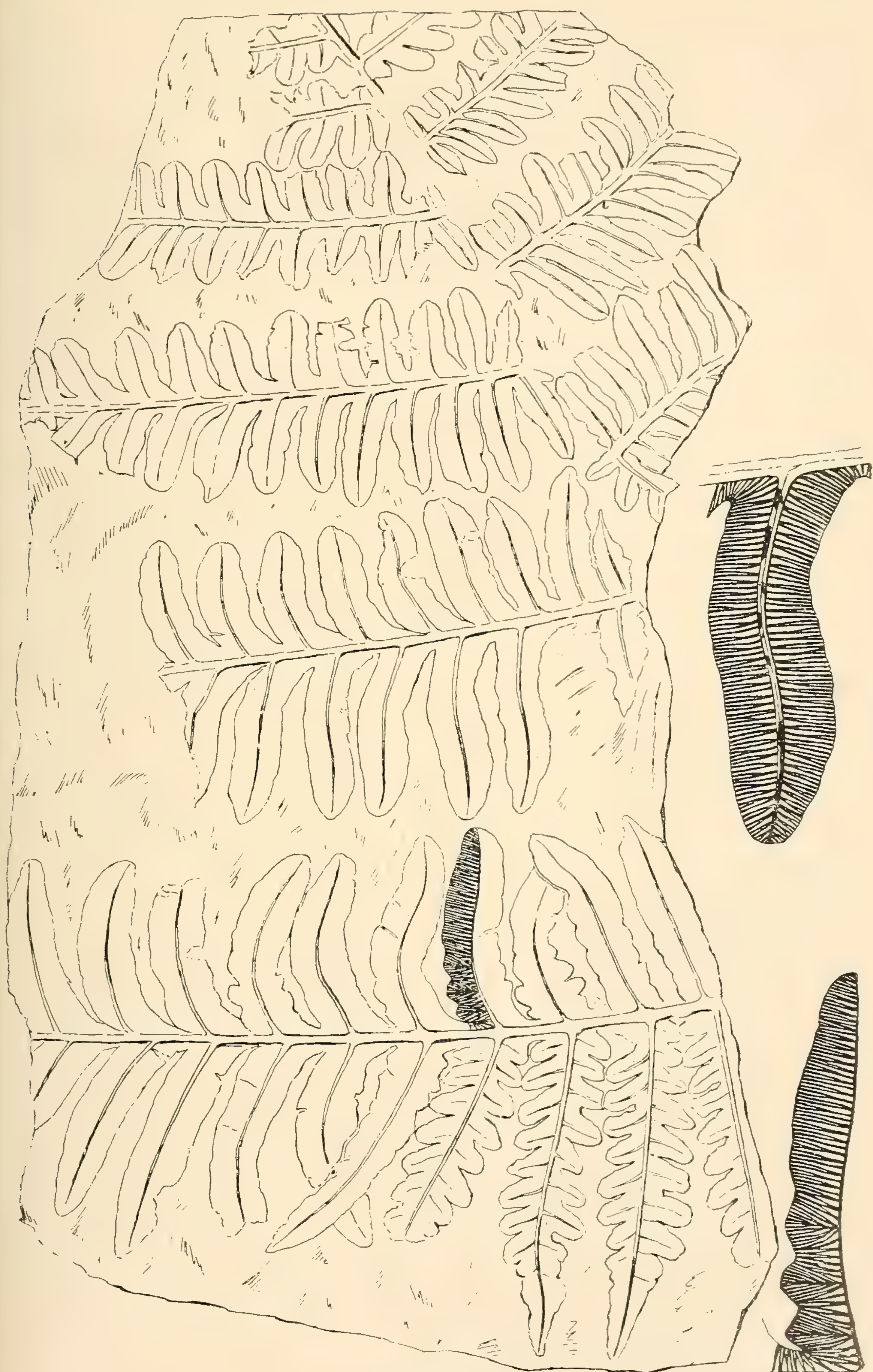


2. *Alethopteris Costei*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

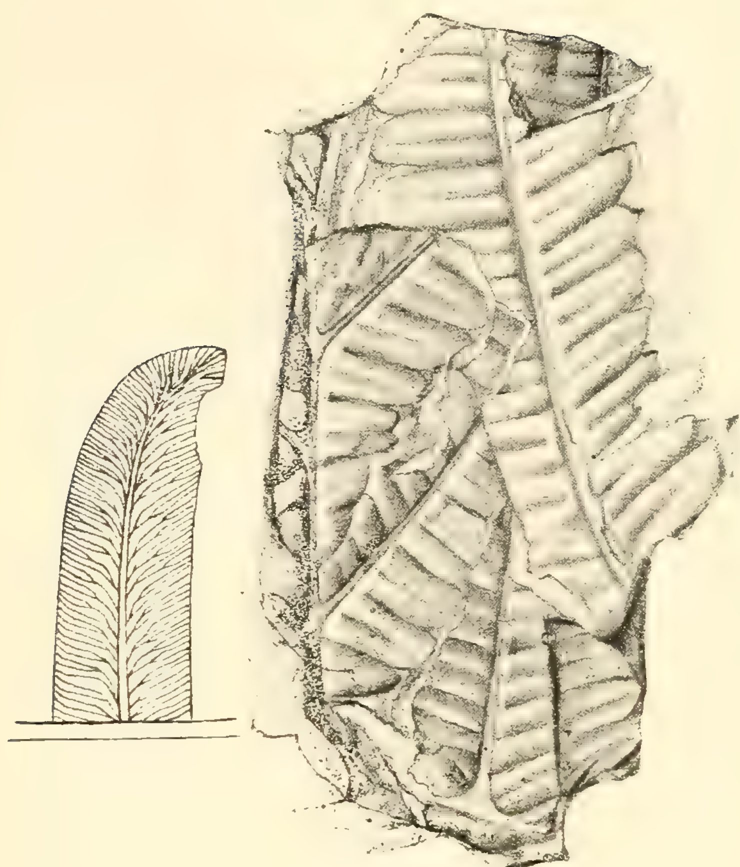
Tafel 16

Tafel 17

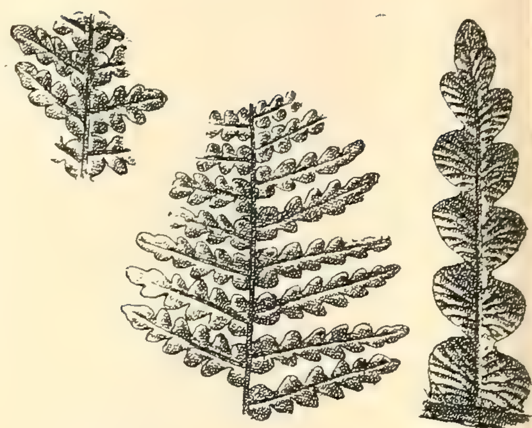


Alethopteris Serli

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



1. *Callipteridium gigas*

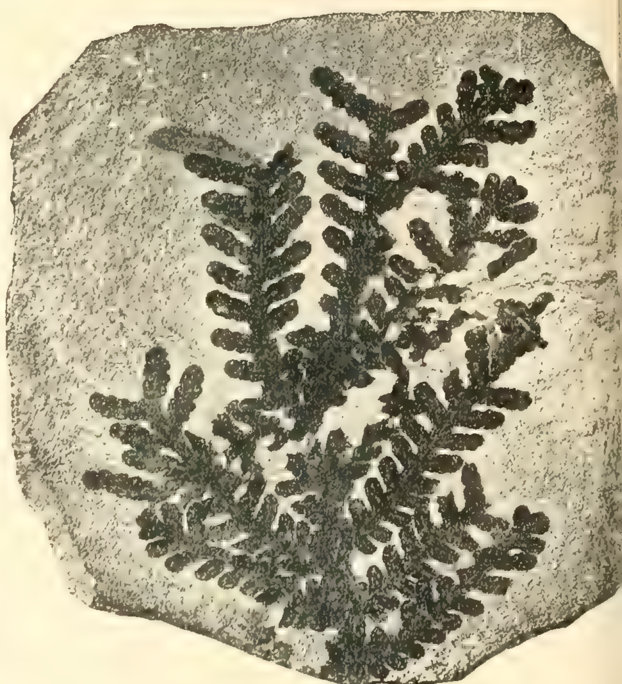


2. *Odontopteris Coemansi*





5. *Alethopteris decurrens*



3. u. 4. *Callipteris Martinsi*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 18

Seite

Fig. 1. *Callipteridium gigas* Gutbier sp. Unteres Rotliegendes, selten etwas tiefer, bei uns in Deutschland nur im Rotliegenden (Rotliegendes: Ilfeld a. Harz) 63

Fig. 2. *Odontopteris Coemansi* Andrae, Saarbrücker Form, ohne „filzige Behaarung“ der Oberfläche (Mittlere und untere Flammkohle: Saarkarbon, Josefaschacht) 66

Fig. 3 und 4. *Callipteris Martinsi* Germar sp. Kupferschiefer bis oberer Zechstein (Kupferletten der Gegend von Frankenberg in Hessen) 64

Fig. 5. *Alethopteris decurrens* Artis sp. Mittlerer Teil des mittleren Oberkarbons (Ruhrrevier, Zeche bei Herne) 59

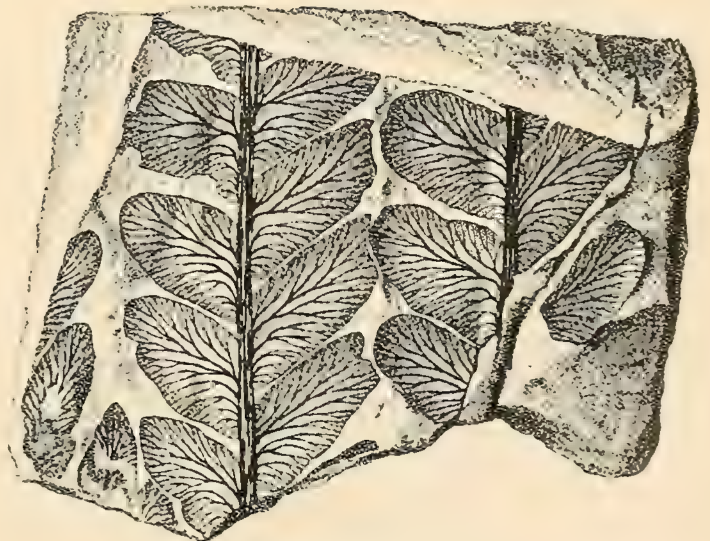
Tafel 19

		Seite
Fig. 1.	*Callipteridium pteridium* Schlotheim sp. Oberes Oberkarbon (Steinkohlenbecken von Commentry, Zentral-Frankreich). Nach Zeiller	63
Fig. 2.	*Mariopteris muricata* Schlotheim sp., Exemplar mit eigentümlicher Knolle am Stengel, möglicherweise Fruktifikation oder vegetative Knospe. (Niederschlesisches Steinkohlenbecken, Rubengrube bei Neurode)	41
Fig. 3.	*Odontopteris alpina* H. B. Geinitz. Oberster Teil des mittleren Oberkarbons (Flammkohle: Saarbrücken, Gr. Hostenbach)	65

1. *Callipteridium pteridium*

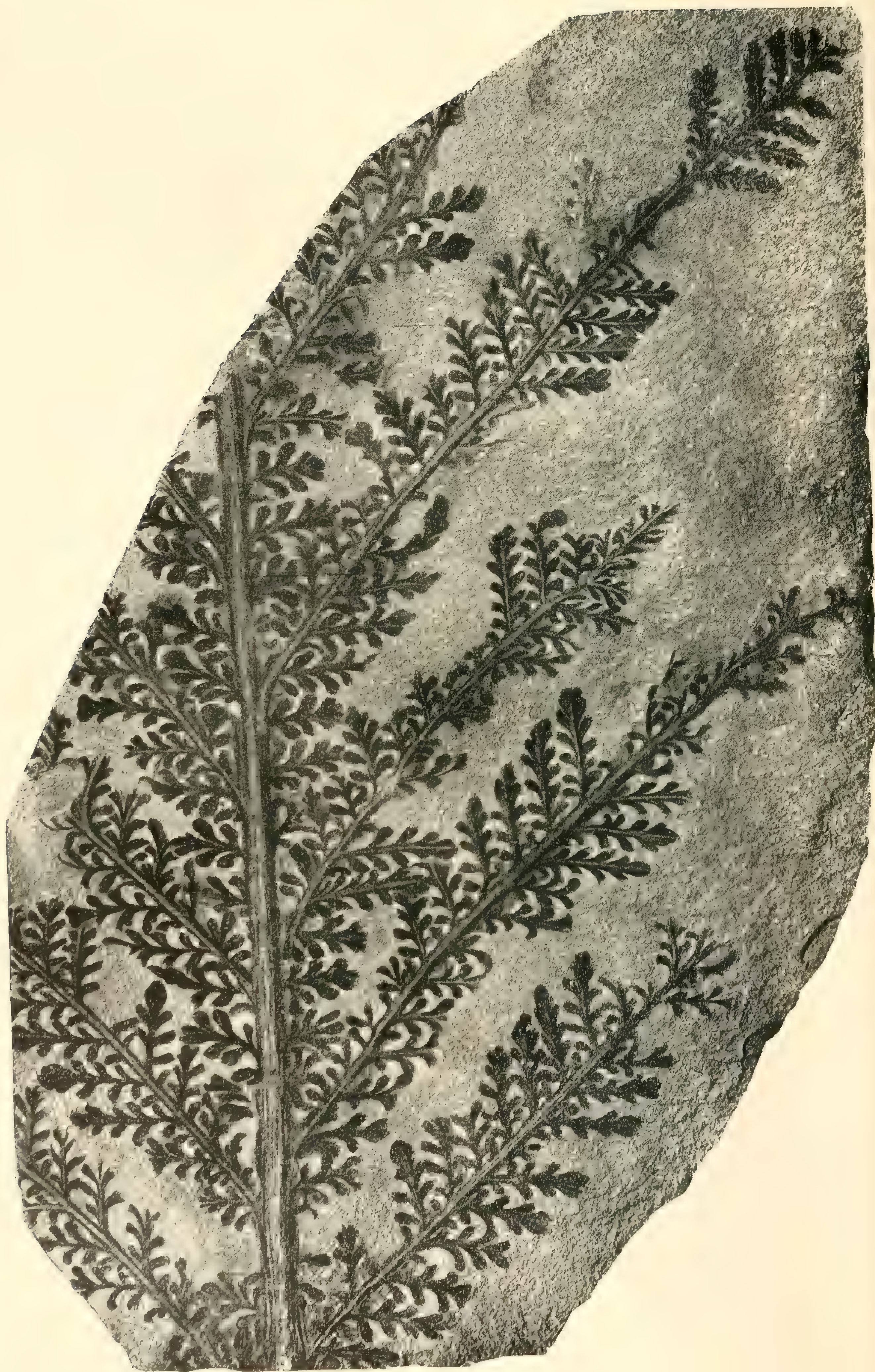


2. *Mariopteris muricata*



3. *Odontopteris alpina*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



Callipteris lyratifolia

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 20

Tafel 21

		Seite
Fig. 1.	*Callipteris conferta* BRONGNIART. Rotliegendes (Lebacher Schichten, Saarbrücken). Form mit gedrängten stark verwachsenen Blättern	63
Fig. 2.	*Callipteris Naumanni* GUTBIER sp. (Rotliegendes: Thüringen, Stockheim *[D]*, Kammerberg *[A—C]*, Schmalkalden *[E]*) . .	64



1. *Callipteris conferta*

A

B

E

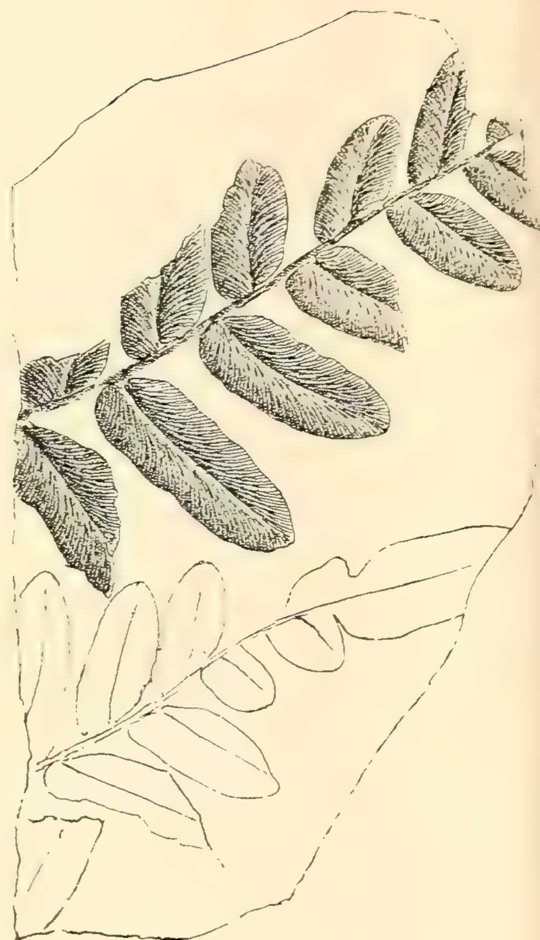
C *D*

2. *Callipteris Naumanni*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

1





4. *Neuropteris Kossmanni*

2



3



1. bis 3. *Neuropteris obliqua*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 22

Seite

Fig. 1 bis 3. *Neuropteris obliqua* BRONGNIART sp. Mittleres Oberkarbon. Fig. 3 zeigt ein Stück mit größeren cyclopteridischen Blättern. (Ruhrrevier, Fettkohle, Zeche Neu-Iserlohn [Fig. 1, 3]; Oberschlesische Muldengruppe [Fig. 2]) 71

Fig. 4. *Neuropteris Kossmanni* POTONIÉ. Unteres Oberkarbon. Bisher nur in der Randgruppe von Oberschlesien (Königshütte, Krugschacht, unter Pochhammerfl.) 72

Tafel 22a



1. *Neuropteris obliqua*

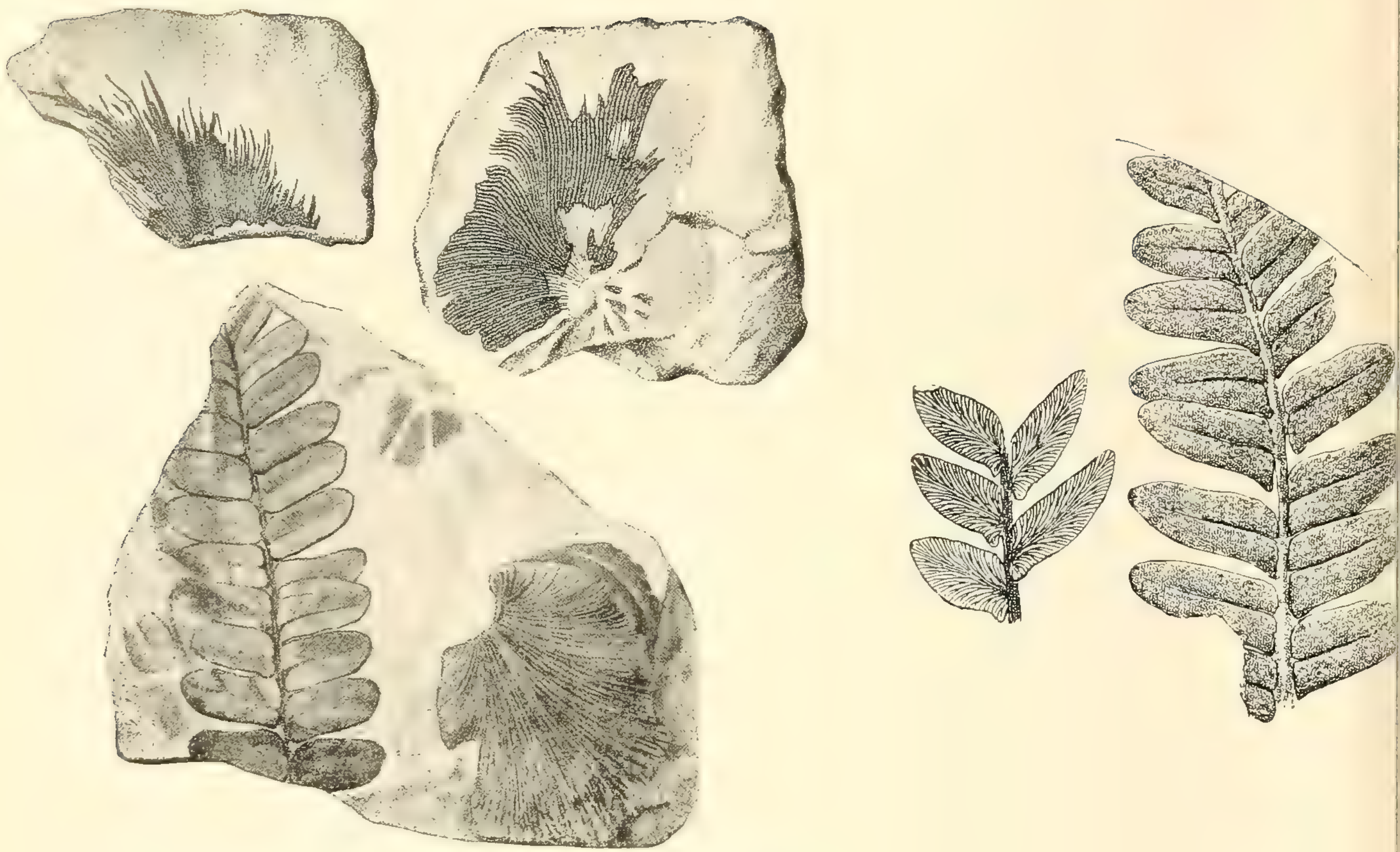


2. *Alethopteris Armasi*



3. *Sphenopteris bella*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



1. u. 2. *Neuropteris ovata*



3. *Neuropteris Scheuchzeri*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

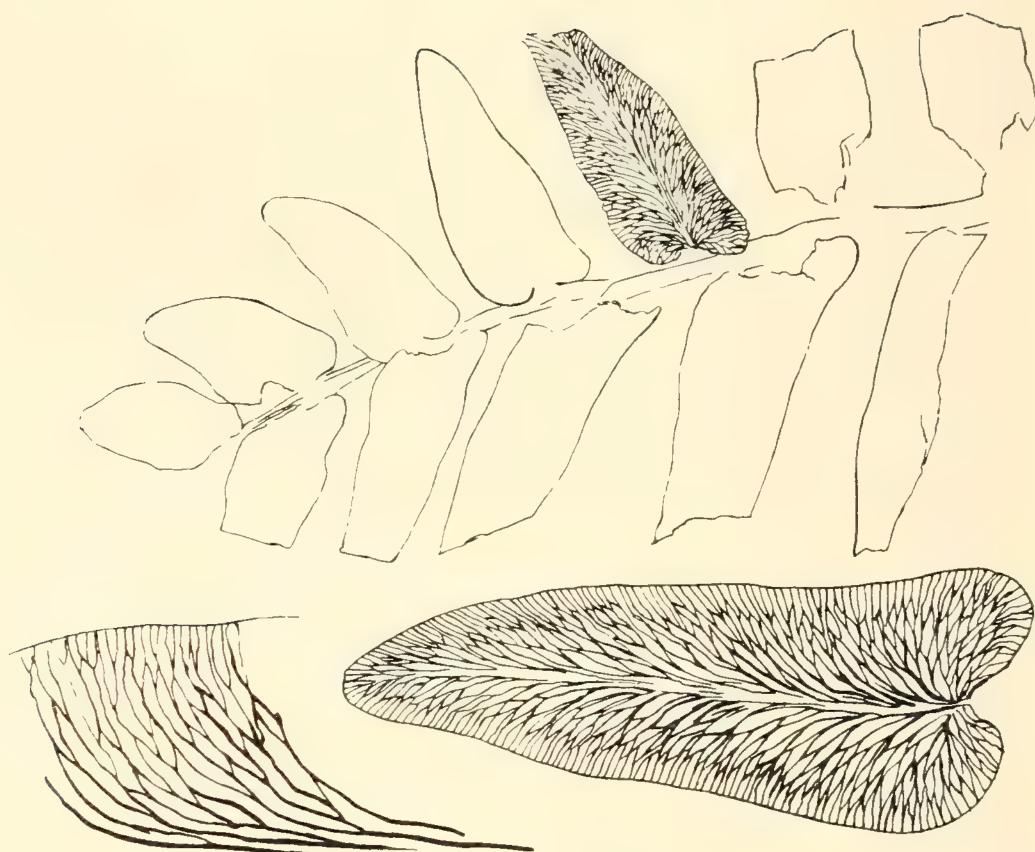
Tafel 23

Tafel 24

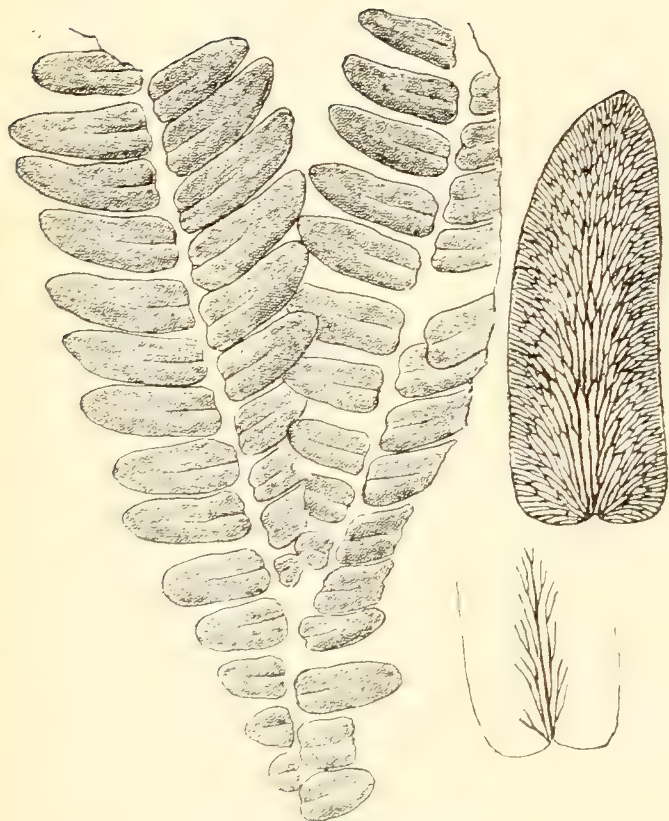


Neuropteris gigantea

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



1. *Linopteris Münsteri*



3. *Linopteris obliqua*



2. *Linopteris Germari*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 25

Seite

Fig. 1. *Linopteris Münsteri* EICHWALD sp. Oberster Teil des mittleren Oberkarbons (Piesberg bei Osnabrück) 73

Fig. 2. *Linopteris Germari* GIEBEL. Rotliegendes (Rotliegendes, Thüringen, Manebach) 74

Fig. 3. *Linopteris obliqua* BUNBURY. Mittlerer Teil und oberer Teil des mittleren Oberkarbons (Fettkohle, Saarbrücken, Gr. Dudweiler) 74

Tafel 26

		Seite
Fig. 1.	*Psaronius infarctus* UNGER. (? Rotliegendes von Chemnitz in Sachsen). *F* verschiedene, nach außen abgehende Leitbündel; *P* Skelett-(Sklerenchym-)stränge (schwarz). Nach ZEILLER . .	90
Fig. 2.	*Caulopteris Saportae* ZEILLER. (Wettiner Karbon bei Halle a. S.)	88

P_9 f_8' f_8 P_8 F_7' F_7 P_7 F_6 P_6 F_5' F_5 P_5 F_4 P_4 P_3

F_9 F_9' P_{10} F_{10} P_{11} F_{11} F_{11}' P_{12} F_{12} P_{13} F_{13} p_{14} F_{14} F_{14} P_1 F_1 F_1' P_2 F_2

1. *Psaronius infarctus*

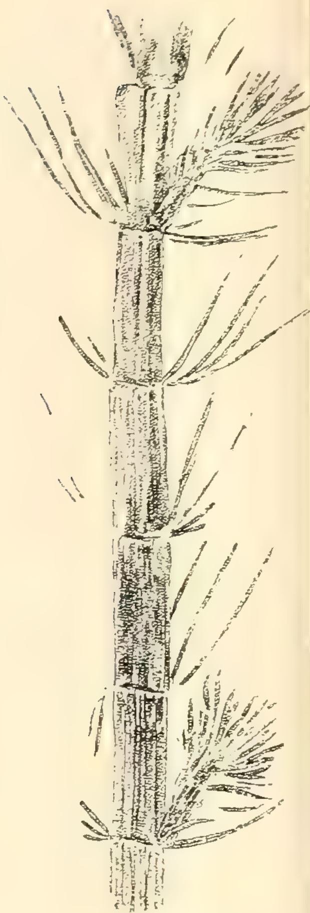


2. *Caulopteris Saportae*

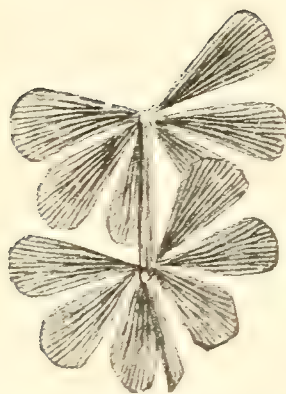
Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



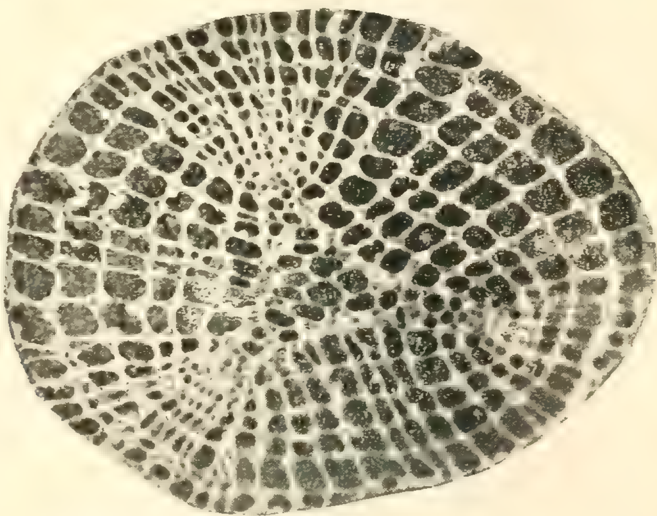
1. *Sphenophyllum longifolium*



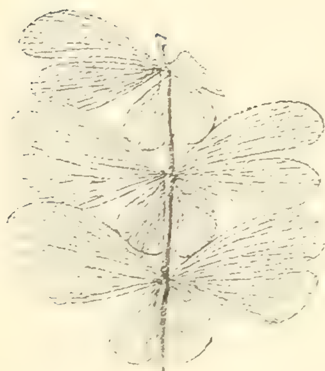
2. *Sphenophyllum cuneifolium*



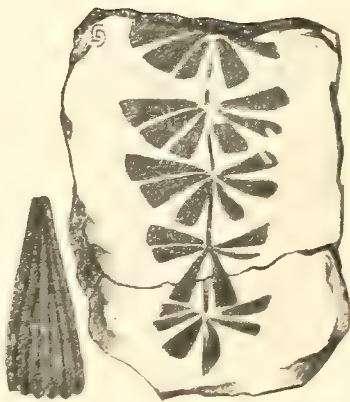
3. *Sphenophyllum verticillatum*



4. *Sphenophyllum*-Stengel, Querschliff, vergr.



5. *Sphenophyllum speciosum*





6. *Sphenophyllum emarginatum*

Tafel 27

Tafel 28

		Seite
Fig. 1.	*Sphenophyllum oblongifolium* GERMAR. Oberes Oberkarbon und Rotliegendes (Ottweiler Schichten, Saarrevier)	96
Fig. 2.	*Sphenophyllum majus* BRONGNIART. Oberster Teil des mittleren Oberkarbons (Saarkarbon)	95
Fig. 3.	*Sphenophyllum cuneifolium* STERNBERG, etwas zerteilte Blätter (f. *„saxifragaefolium“*, vergl. Tafel 27, 2). Mittleres Oberkarbon	94
Fig. 4.	*Sphenophyllum myriophyllum* CRÉPIN. Oberer Teil des mittleren Oberkarbons (Saarrevier, Fettkohle)	94
Fig. 5.	Blätter von *Sphenophyllum Thoni* MAHR. Rotliegendes (Thüringen, Ilmenau)	96



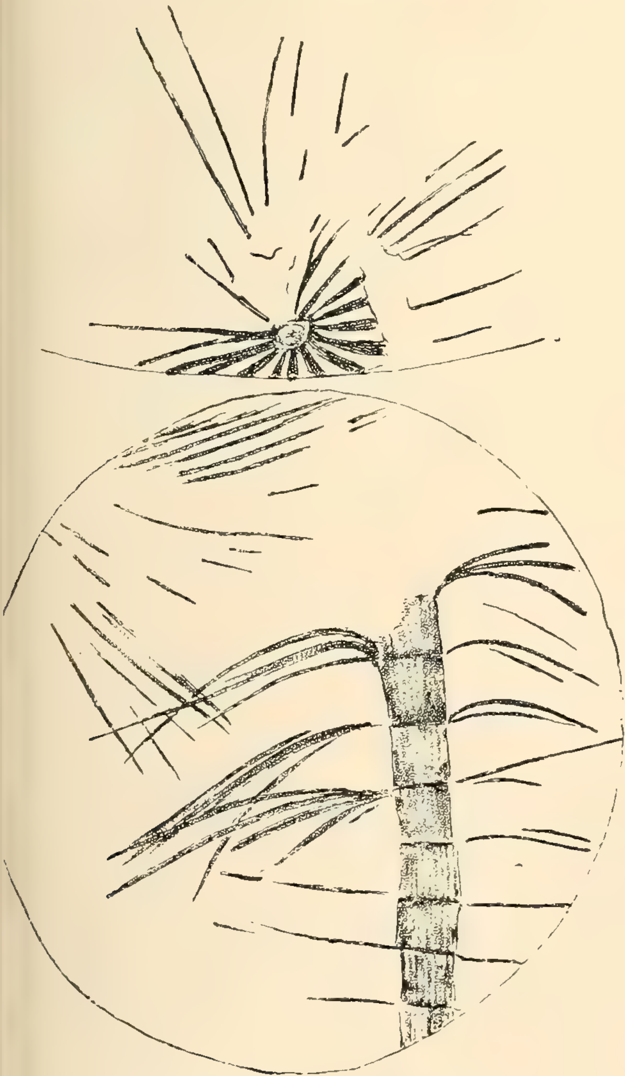

1. *Sphenophyllum oblongifolium*



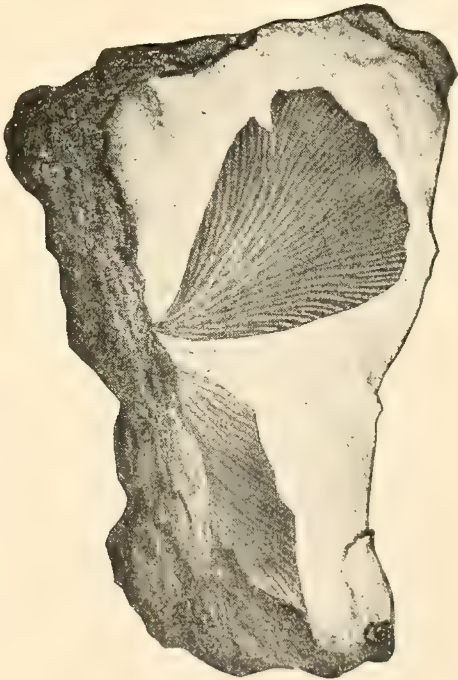
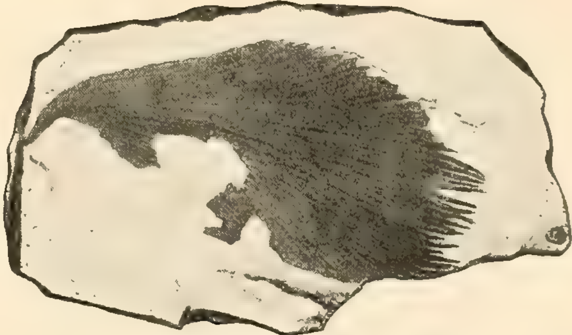
2. *Sphenophyllum majus*



3. *Sphenophyllum cuneifolium*



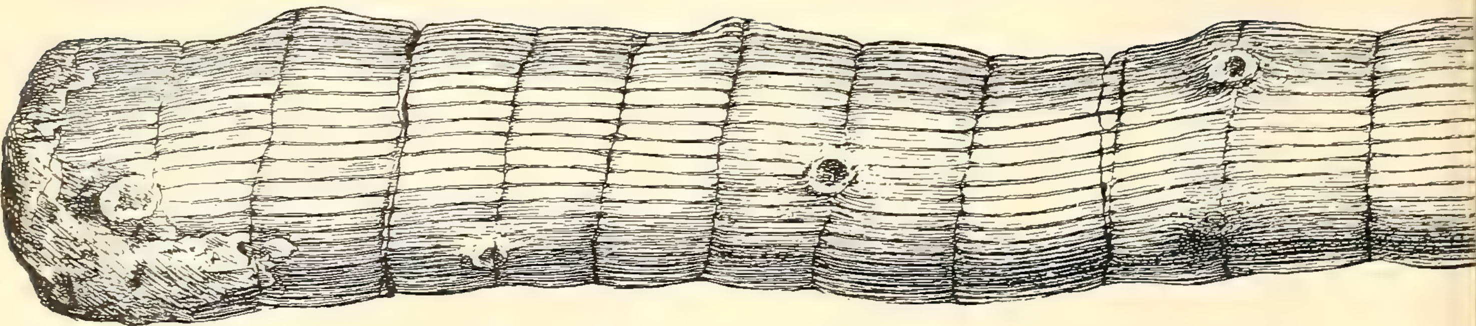
4. *Sphenophyllum myriophyllum*

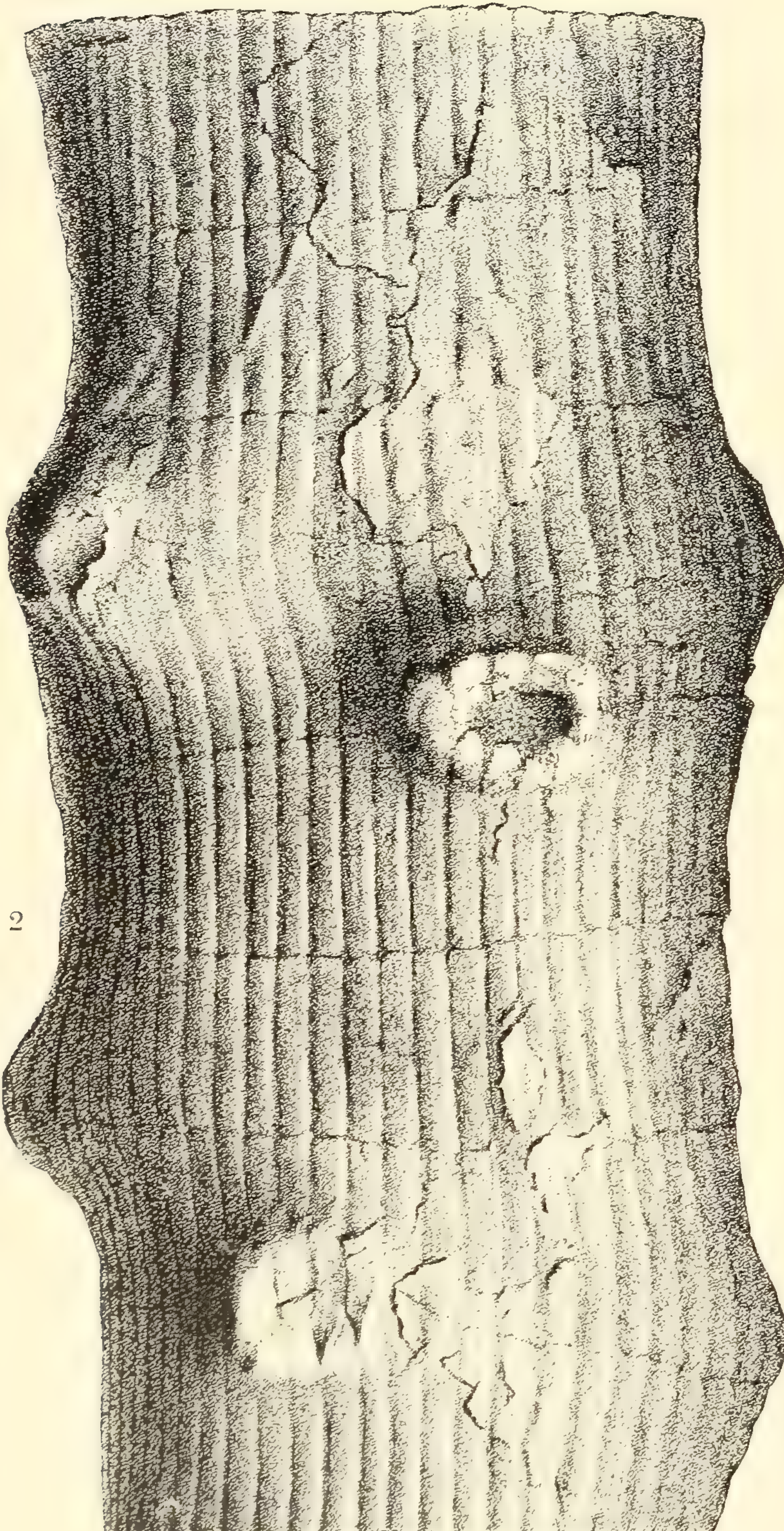
5. *Sphenophyllum Thoni*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

1



2



1. u. 2. *Asterocalamites scrobiculatus*



3. *Cingularia typica*



4. *Annularia pseudostella*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 29

Tafel 30

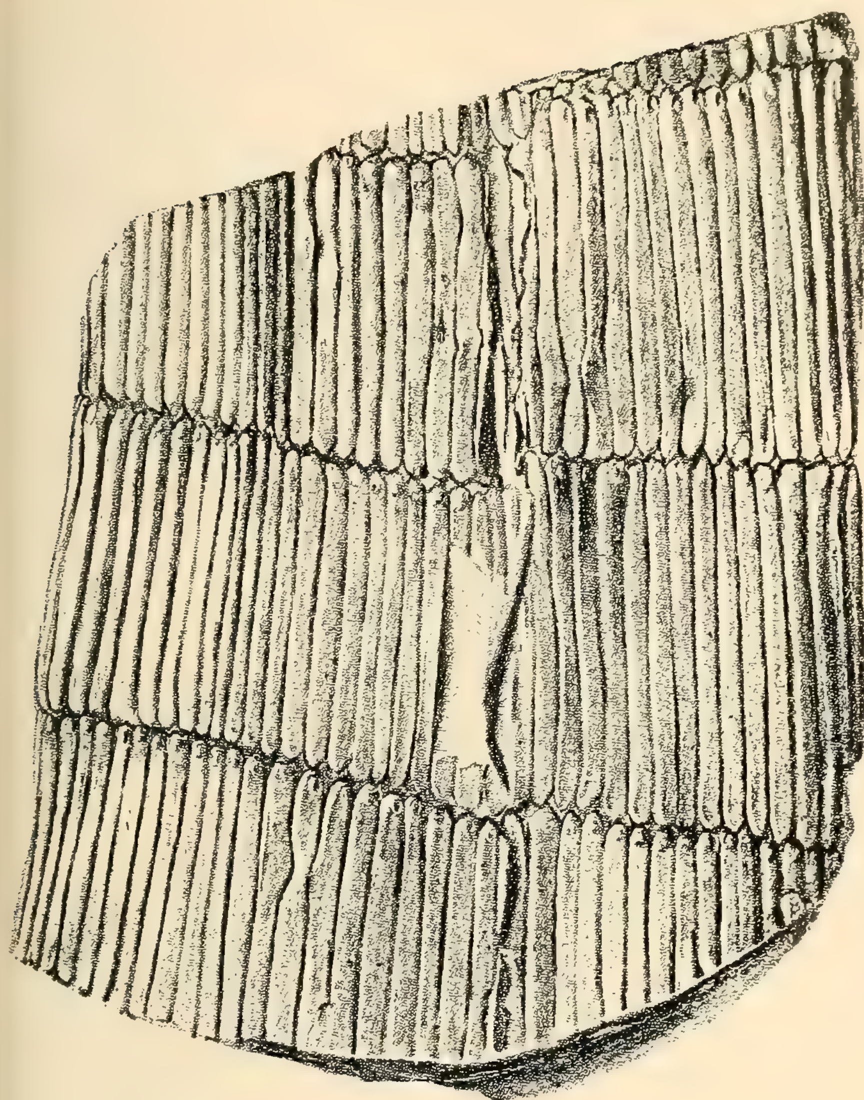
Seite

Fig. 1. *Calamites Suckowi* BRONGNIART. Namentlich mittleres Oberkarbon, aber auch schon im unteren Oberkarbon (Saarrevier) 105

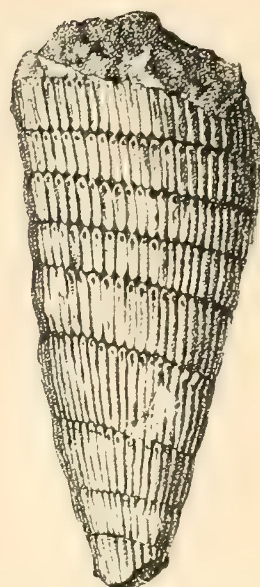
Fig. 2. Marksteinkern von *Calamites Goepperti* ETTINGSHAUSEN; die Knotenlinie mit den Astnarben liegt bei K; die Astnarben sind durch Zusammenlaufen der Rippen auf einen Punkt markiert. Derartige Steinkerne, bei denen die Glieder oft regelmäßig periodisch an Größe abnehmen und zunehmen (wobei das kürzeste Glied die Astnarben trägt) werden auch als „*Calamites varians*“ STERNBERG bezeichnet. Oberer Teil des mittleren Oberkarbons 109

Fig. 3. *Calamites Suckowi*, sich verjüngender Ast bezw. Abgang eines Stammes vom Rhizom oder Wurzelstock 105

Fig. 4. *Annularia radiata* BRONGNIART. Mittlerer Teil des mittleren Oberkarbons 113



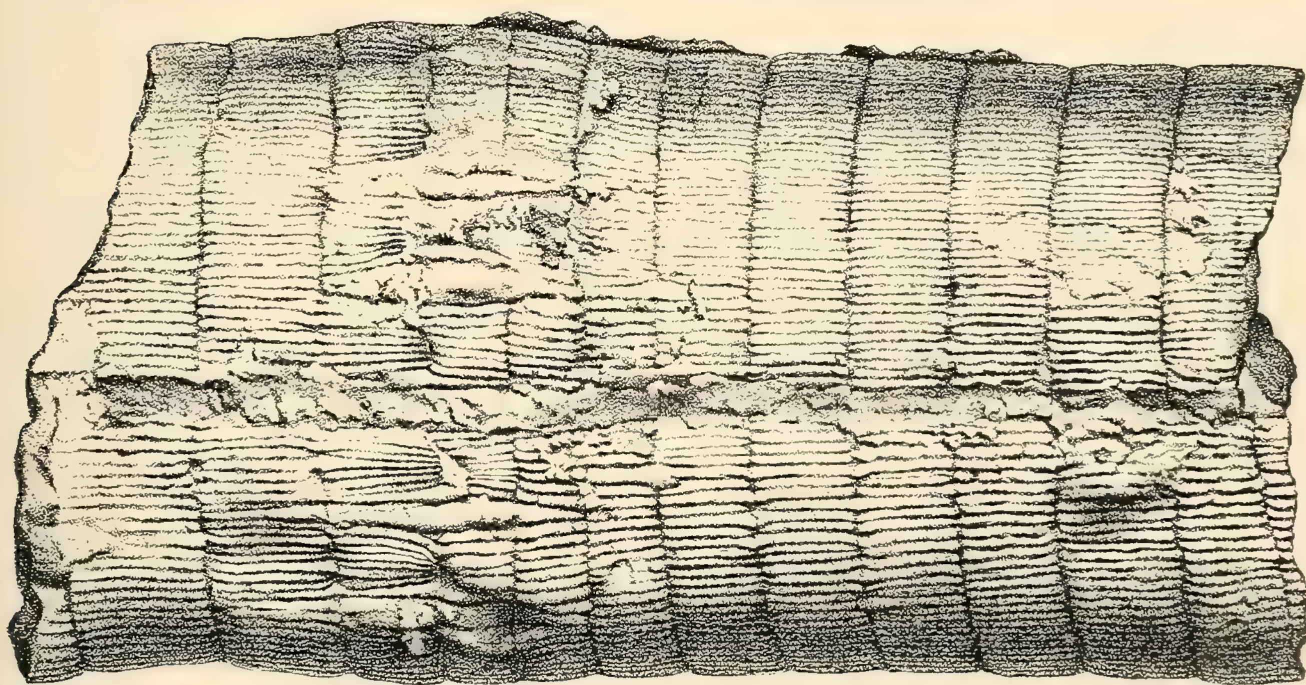
1. *Calamites Suckowi*



3. *Calamites Suckowi*

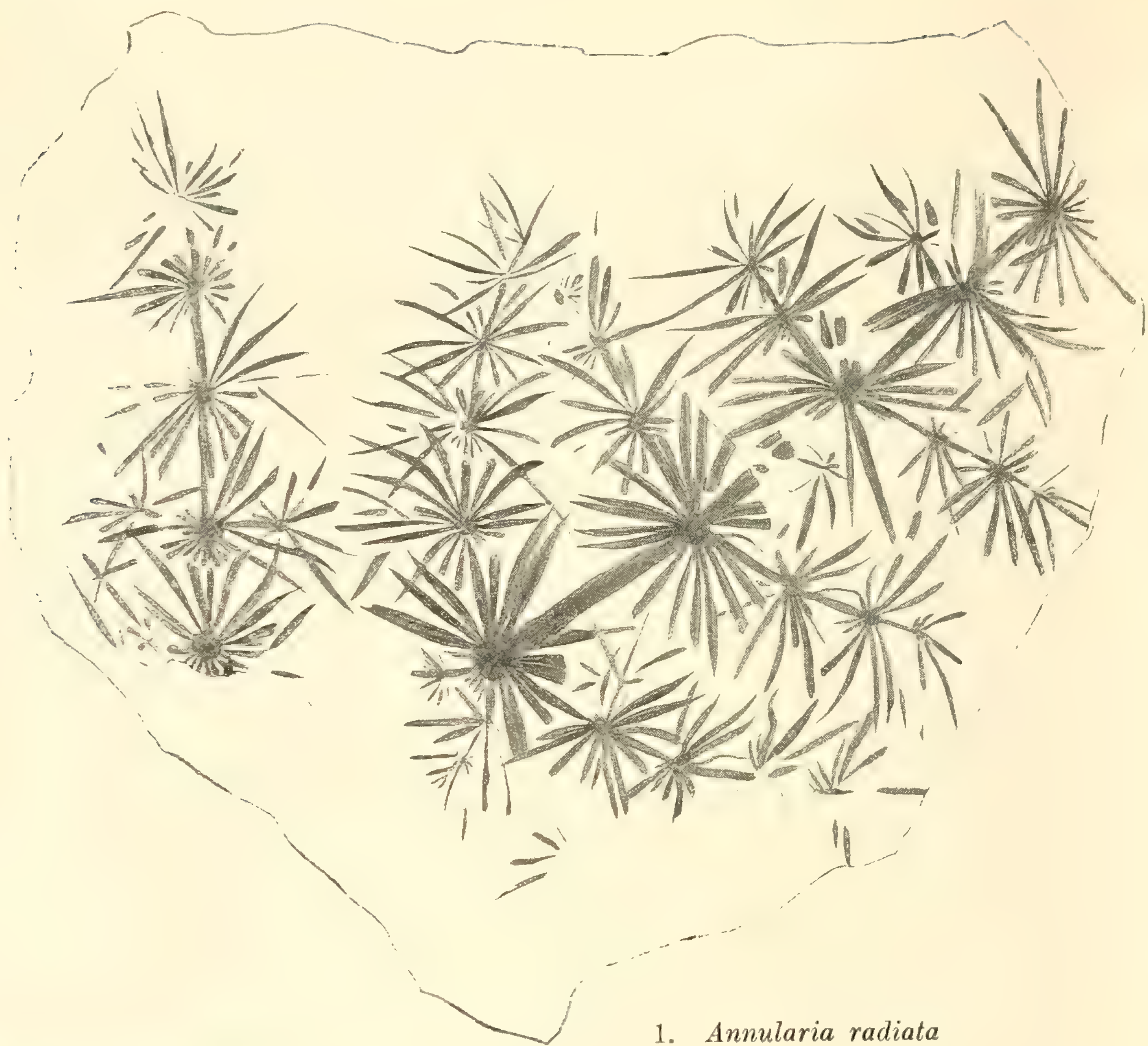


4. *Annularia radiata*

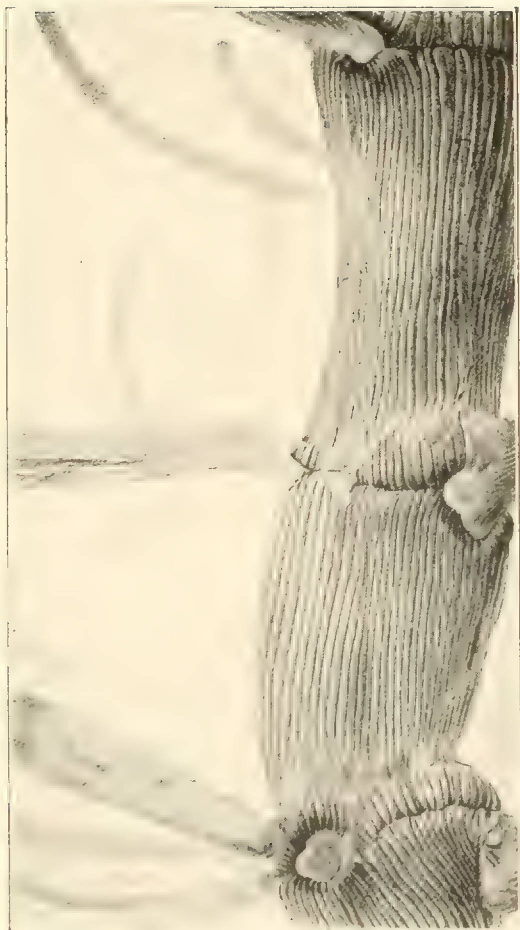


2. Marksteinkern von *Calamites Goepperti*

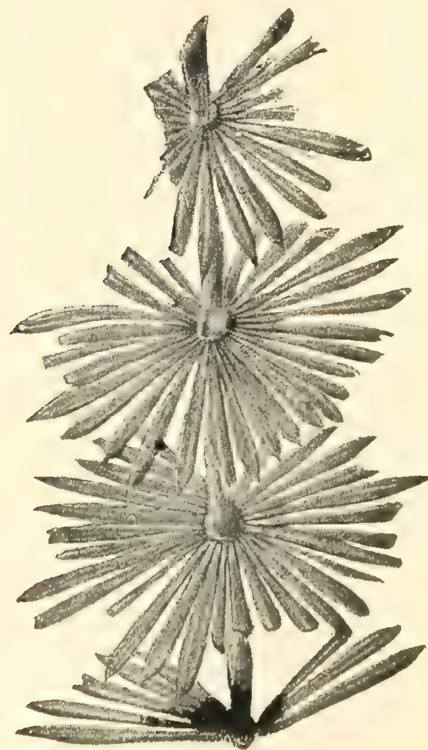
Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



1. *Annularia radiata*



3. *Calamites carinatus*



2. *Annularia stellata*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 31

		Seite
Fig. 1.	*Annularia radiata* BRONGNIART, größeres Exemplar, bei dem die Seitenzweige noch an einem dickeren Ast ansitzen, der mit größeren Annularien versehen ist. Vergl. Tafel 30, 4	113
Fig. 2.	*Annularia stellata* (SCHLOTHEIM) WOOD. Oberes Oberkarbon und Rotliegendes, beginnend im obersten Teil des mittleren Oberkarbons (Rotliegendes, Thüringen)	112
Fig. 3.	*Calamites carinatus* STERNBERG *(Calamites ramosus* ARTIS). Mittleres Oberkarbon. Das Stück ist ein Rhizom, an dem noch die Wurzeln dran sitzen (Niederschlesischer Hangendzug) . .	108

Tafel 32

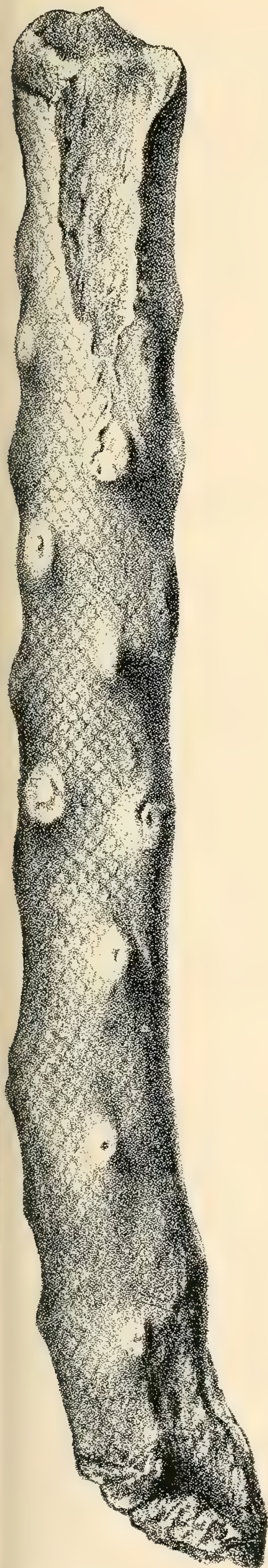
Seite

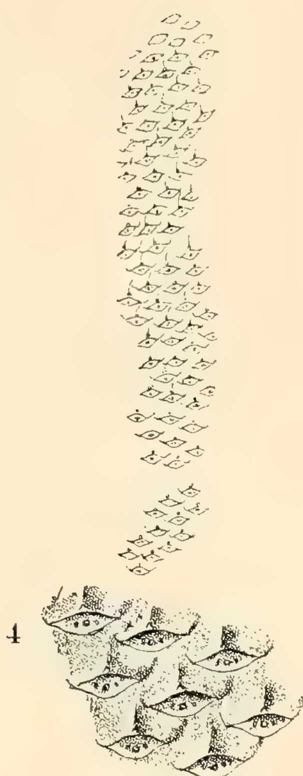
Fig. 1. *Lepidodendron rimosum* STERNBERG. Oberer Teil des mittleren Oberkarbons (Saarkarbon, Gr. v. d. Heydt) 128

Fig. 2. *Lepidodendron serpentigerum* KÖNIG, seltenere Form des mittleren Oberkarbons 128

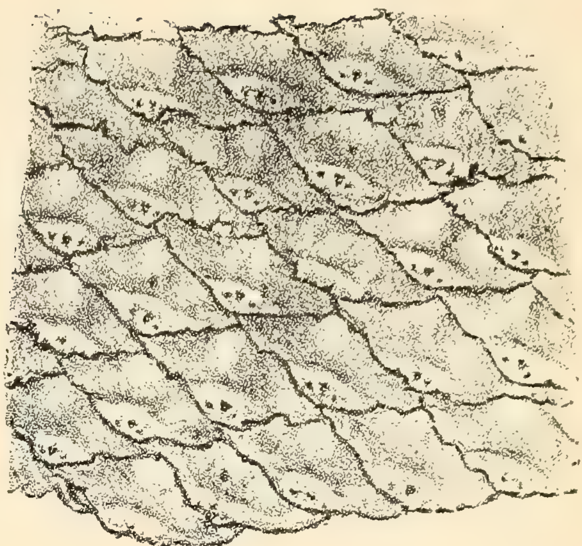
Fig. 3. *Halonia tortuosa* LINDL. u. HUTT. Mittleres Oberkarbon, vielleicht schon im unteren Oberkarbon (Oberschlesien, Muldengruppe). Zu *Lepidophloios* gehörig (Fig. 4 und 5) 129

Fig. 4 und 5. *Lepidophloios laricinus* STERNBERG, jüngeres (Fig. 4) und älteres (Fig. 5) Exemplar. Fig. 5a. Vergrößertes Polster mit der Ligulargrube über der Blattnarbe. Mittleres Oberkarbon 131





4



5



4. u. 5.
Lepidophloios laricinus

5a. Vergrößertes Polster mit der Ligulargrube über der Blattnarbe



2. *Lepidodendron serpentigerum*

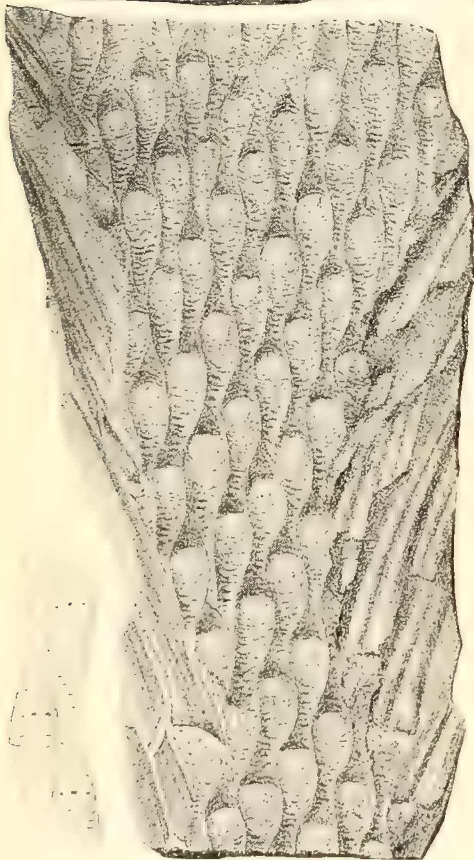


1. *Lepidodendron rimosum*

3. *Halonia tortuosa*

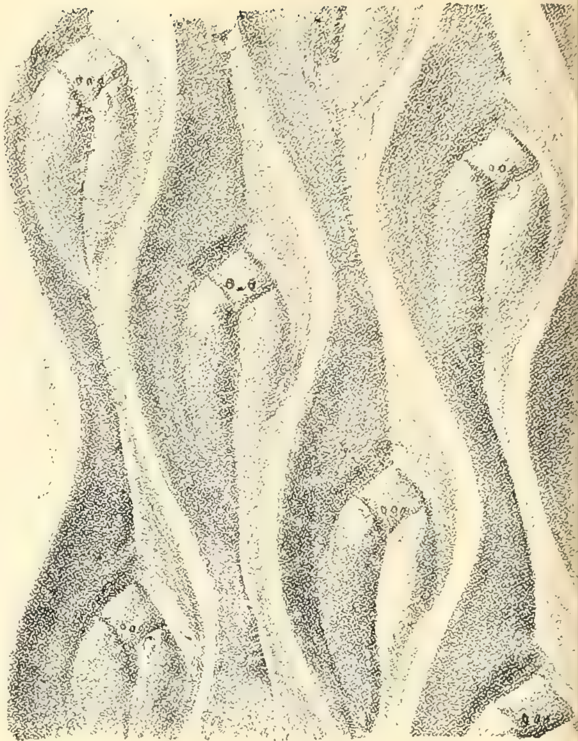
Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



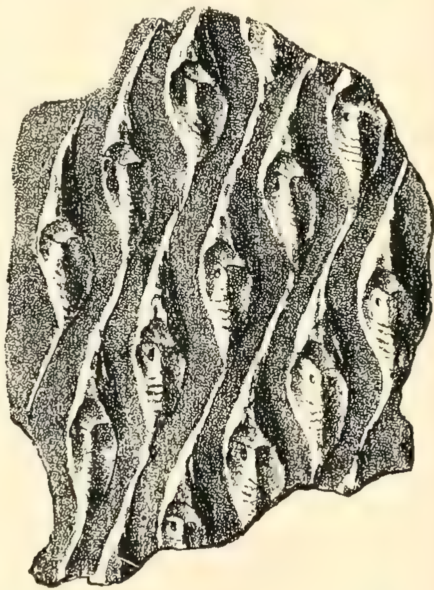




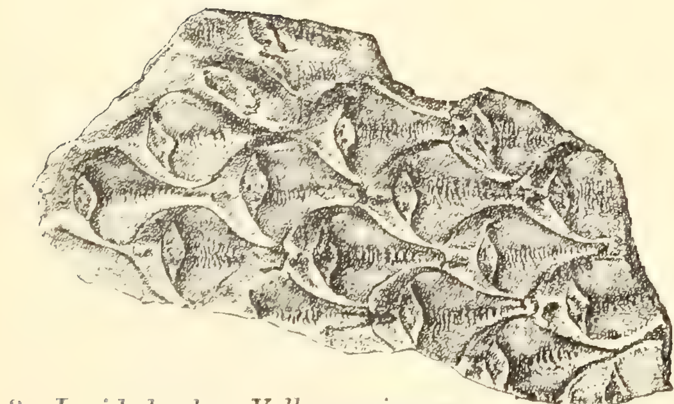
1. u. 2. *Lepidodendron Wortheni*



7. *Lepidodendron aculeatum*



6. *Lepidodendron Veltheimi*



3. *Lepidodendron Volkmannianum*

4



4. u. 4a. *Bothrodendron minutifolium*



5. *Ulodendron*

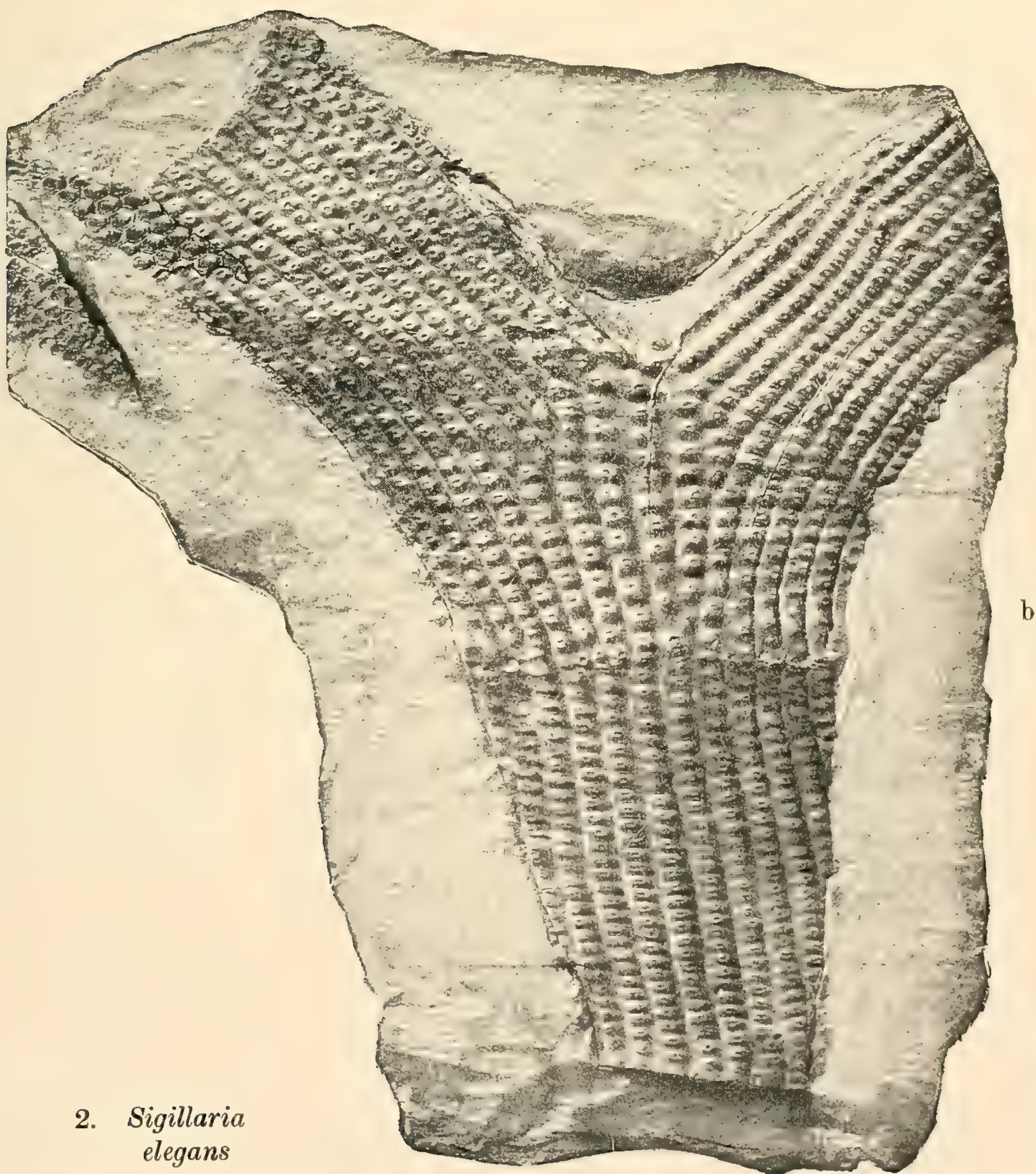
Tafel 33

Tafel 34

		Seite
Fig. 1.	*Lepidodendron obovatum* STERNBERG, verhältnismäßig alter Zweig mit noch anhaftenden Blättern. Mittleres Oberkarbon (nordamerikanisches Karbon von Bloomington, Jowa) . . .	127
Fig. 2.	Gegabeltes Stammende einer favularischen Sigillarie *(Sigillaria elegans* BRONGNIART). Untere Fettkohle des Ruhrreviers, Zeche General bei Weitmar bei Bochum. Bei b befindet sich eine Blütennarbenzeile, die sich auch dadurch markiert, daß unterhalb derselben die Blattnarben niedrig und dicht sind, oberhalb lockerer und höher („Wechselzonenbildung")	144



1. *Lepidodendron obovatum*

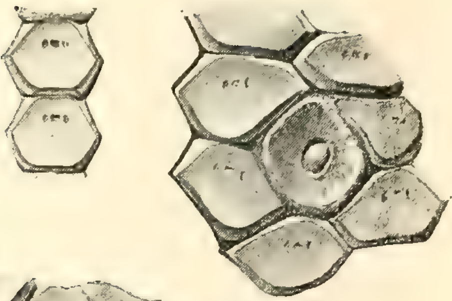


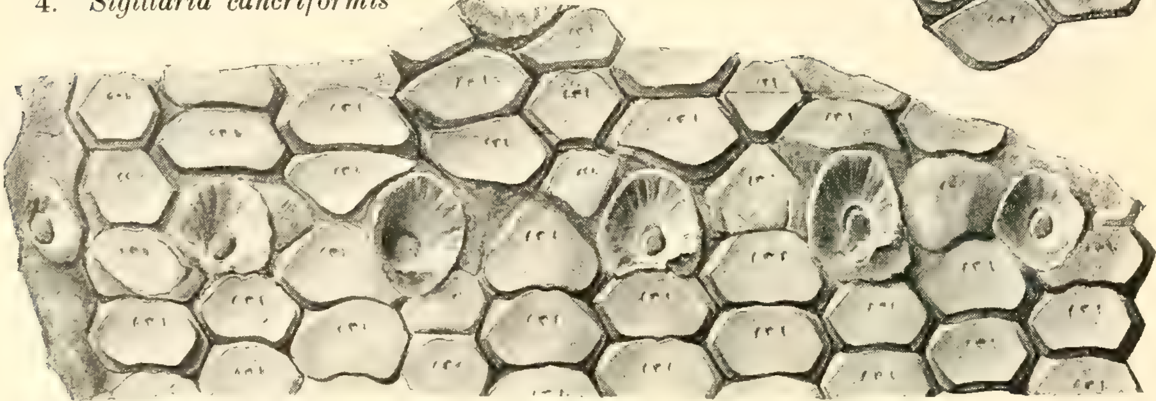
2. *Sigillaria elegans*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

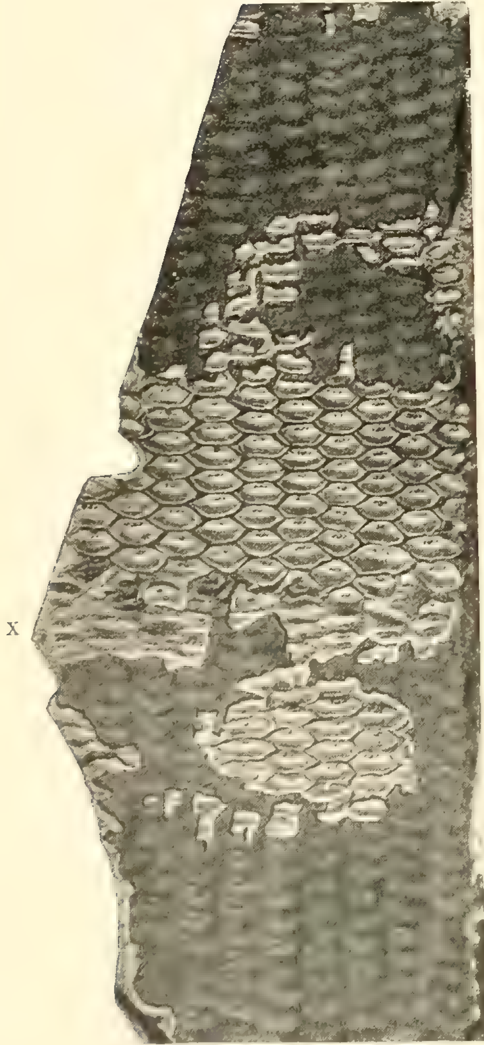


4. *Sigillaria cancriformis*

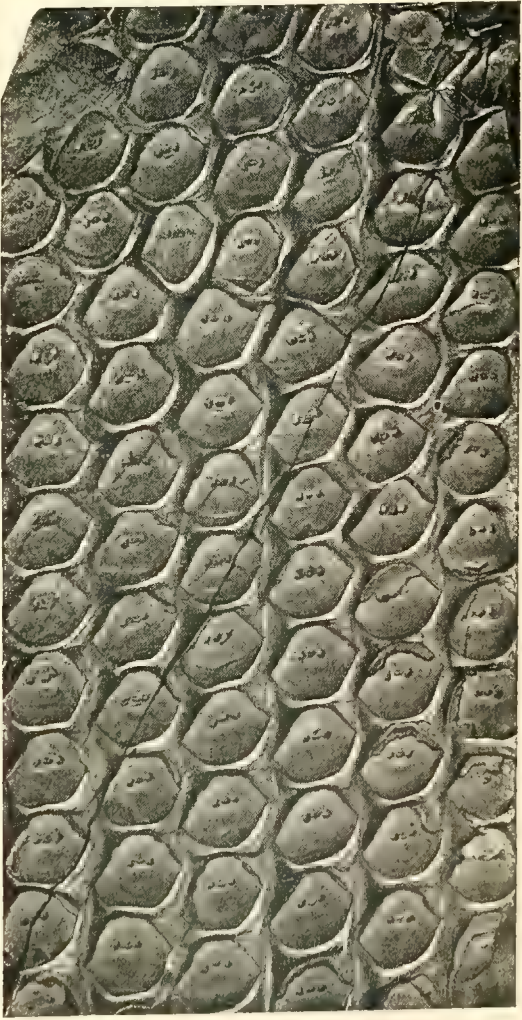




1. *Sigillaria elegans*



2. *Sigillaria elegans*



3. *Sigillaria elegans*

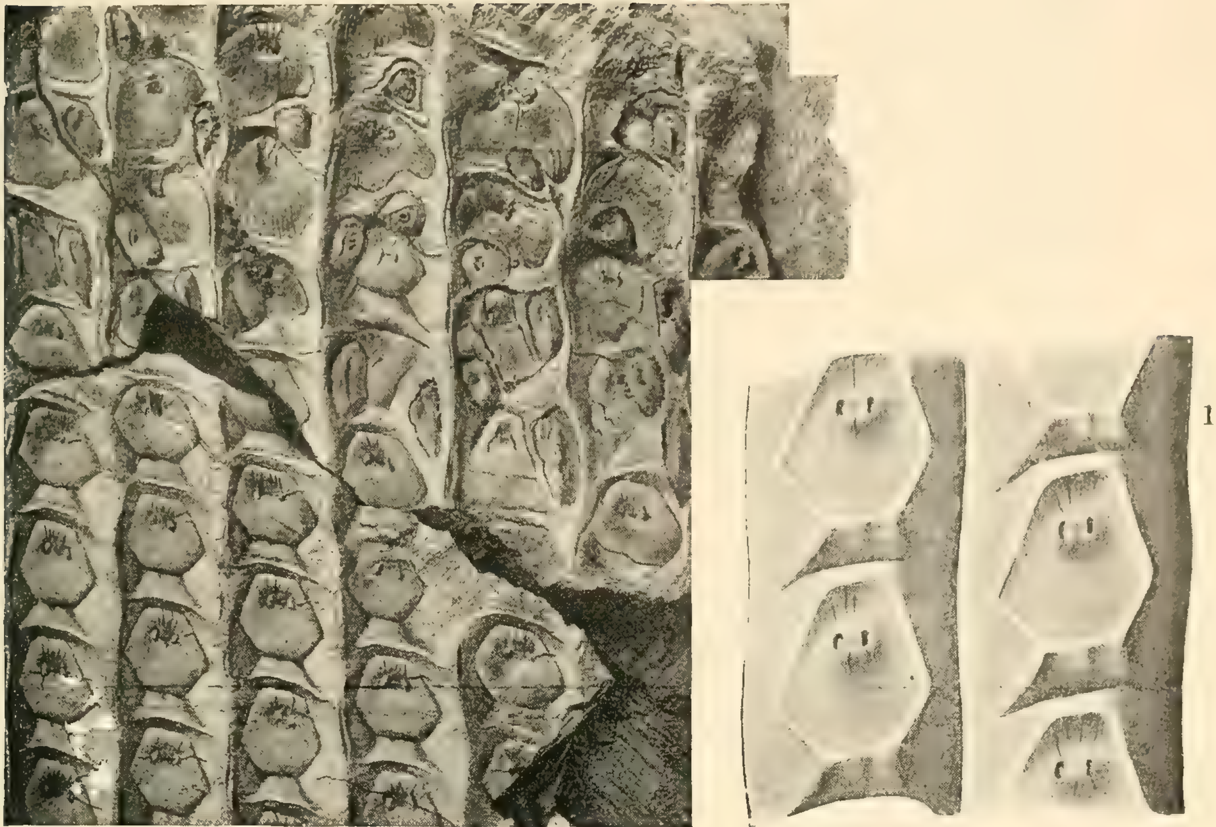
Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

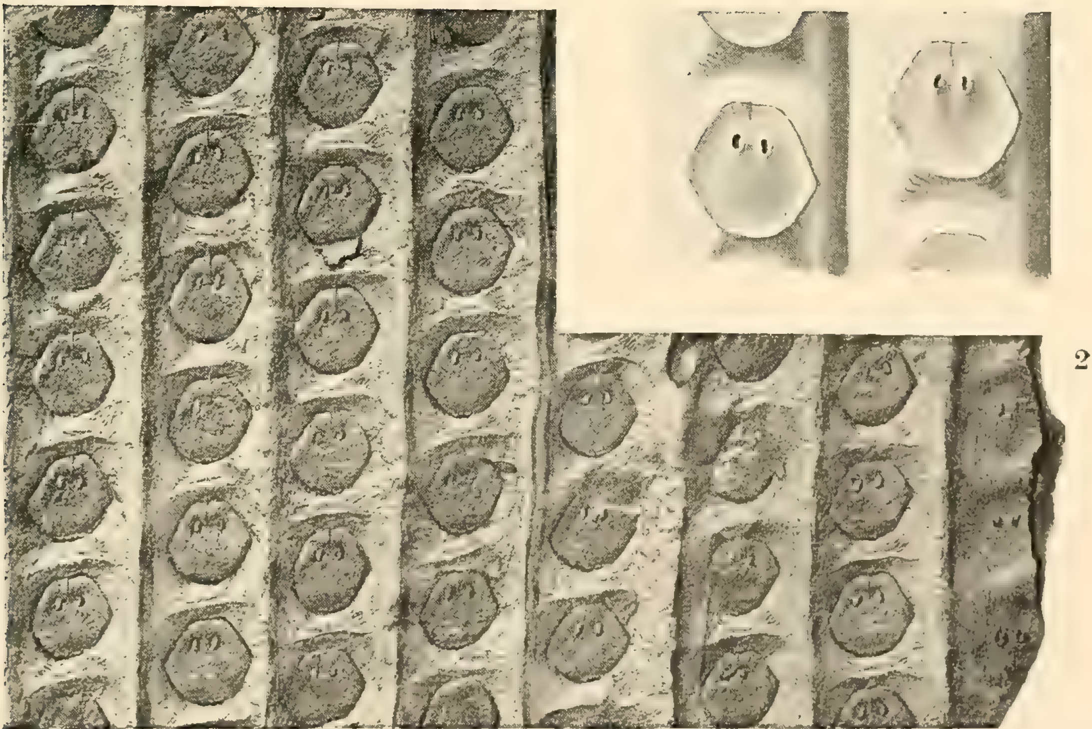
Tafel 35

Tafel 36

Seite

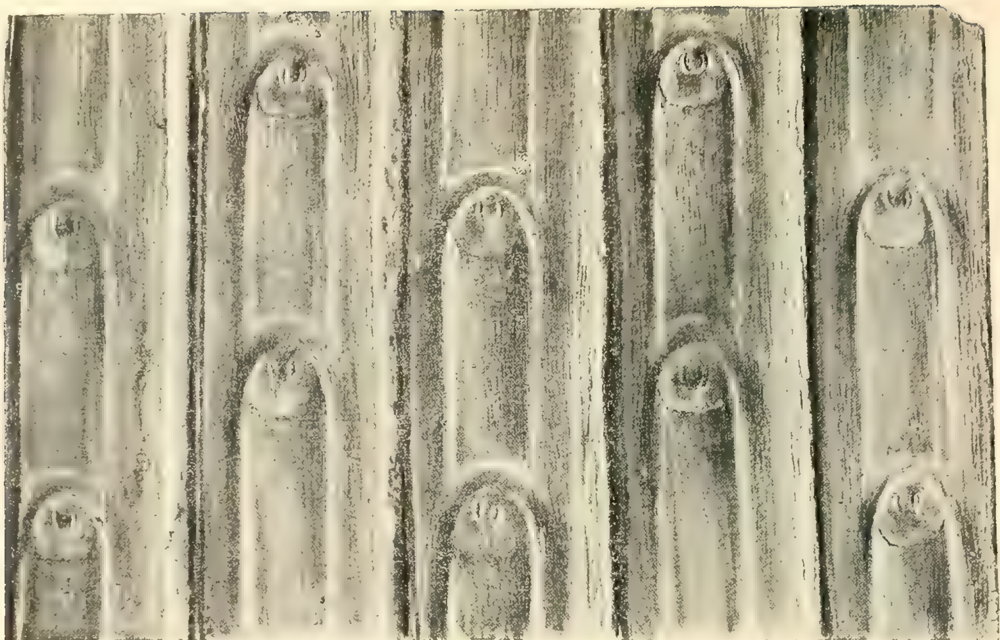
Fig. 1 und 2. *Sigillaria Boblayi* BRONGNIART; in Fig. 1 sind zwischen den Blattnarben auch Blütennarben sichtbar, die vergrößerten Figuren der Blattnarben bei Fig. 1 und 2 sind durch Wachsausgüsse von den Stücken gewonnen. (Gasflammkohle des Ruhrreviers; 1: Zeche Heinrich Gustav bei Werne; 2: Schacht Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen) 147



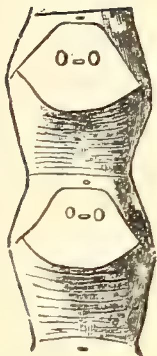


1. u. 2. *Sigillaria Boblayi*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

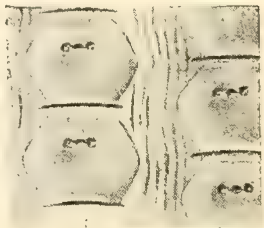


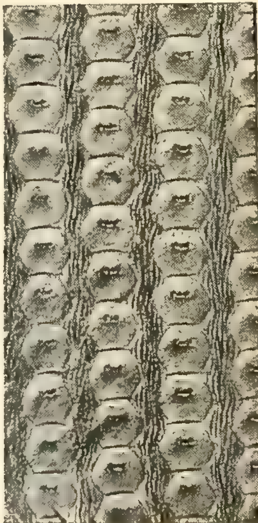
1. *Sigillaria principis*



3a. Vergr. Blattnarben eines anderen Stücks

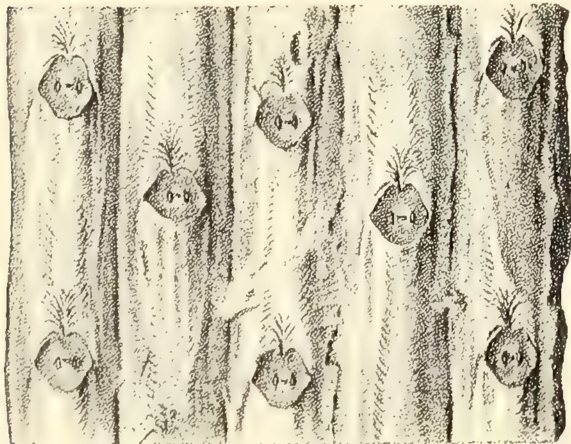


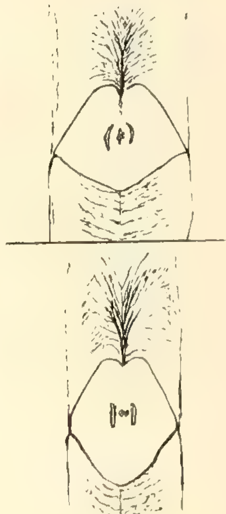




3. *Sigillaria mammillaris*

2. *Sigillaria cumulata*





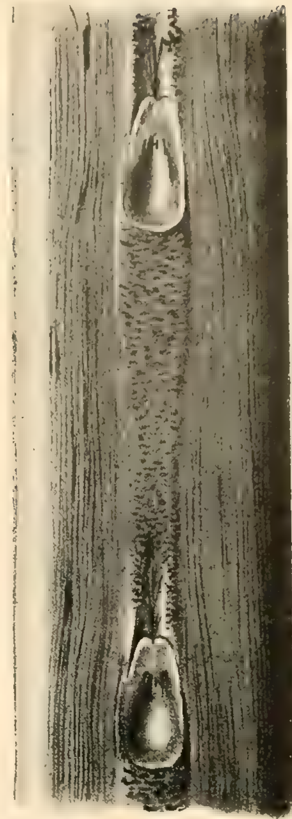
4. *Sigillaria Schlotheimiana*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

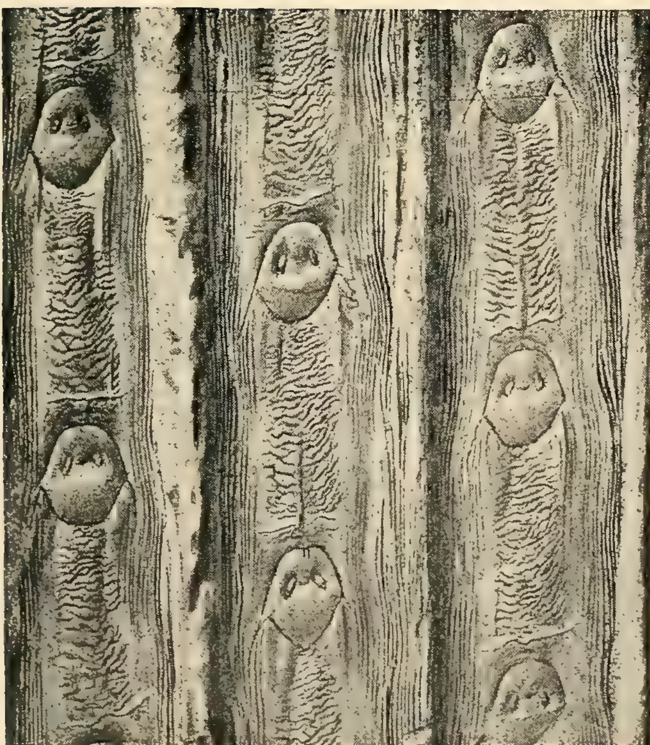
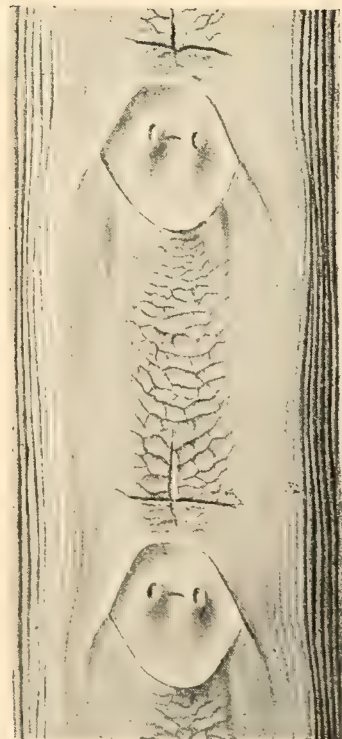
Tafel 37

		Seite
Fig. 1.	*Sigillaria principis* Weiss. Oberster Teil des mittleren Oberkarbons (Piesberg bei Osnabrück)	148
Fig. 2.	*Sigillaria cumulata* Weiss, darüber Narben und Zwischenskulptur vergrößert. Vorkommen wie Fig. 1. (Ibbenbürener Karbon) .	148
Fig. 3.	*Sigillaria mammillaris* Brongniart. Mittlerer Teil des mittleren Oberkarbons, bei uns namentlich in Saarbrücken (Saarrevier, Fettkohle, Gr. Dechen)	148
Fig. 3a.	Vergr. Blattnarben eines anderen Stücks.	
Fig. 4.	*Sigillaria Schlotheimiana* Brongniart. Bisher namentlich im unteren Teil des mittleren Oberkarbons, besonders in der Sattelgruppe und unteren Muldengruppe Oberschlesiens (Sattelgr., Oberschlesien, Florentinegr.)	147

Tafel 38

1. *Sigillaria rugosa*

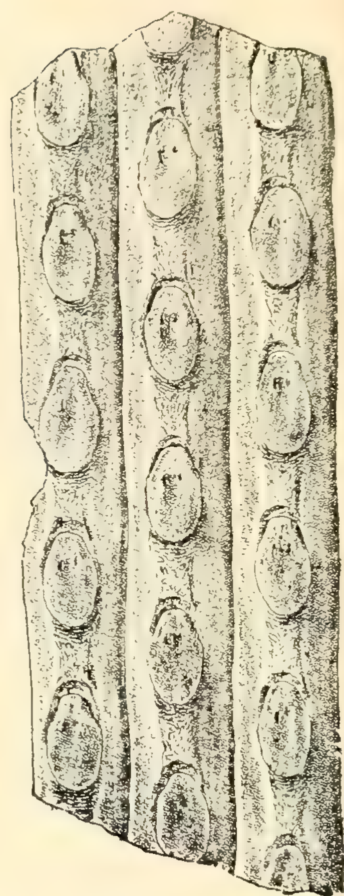



2. *Sigillaria scutellata*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin



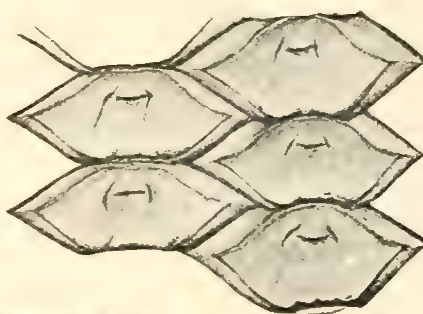
1. *Sigillaria tessellata*

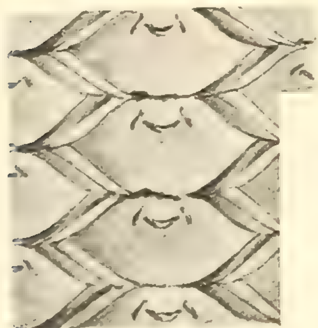


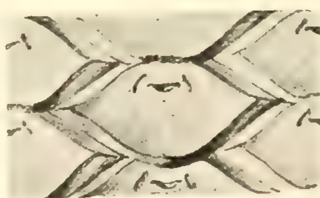
2. *Sigillaria elongata*











3. *Sigillaria ichthyolepis*

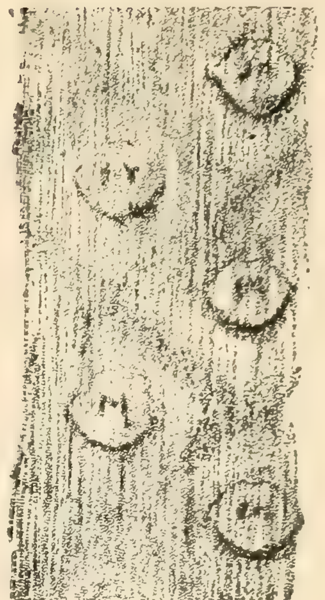
Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 39

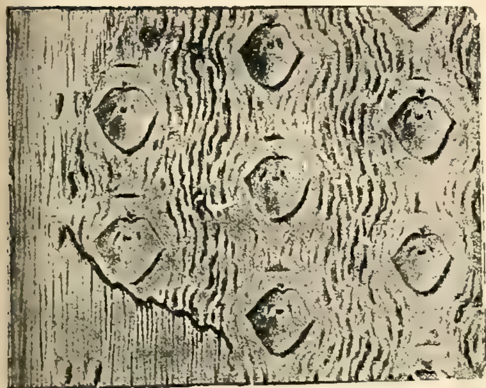
Tafel 40



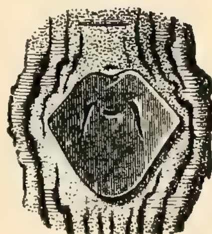
1. *Sigillaria* cf. *mammillaris*



2. *Sigillaria Brardi*



3. *Sigillaria Brardi*



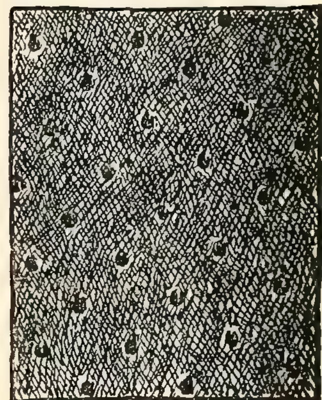
3a. *Sig. Brardi,* einzelne Blattnarbe



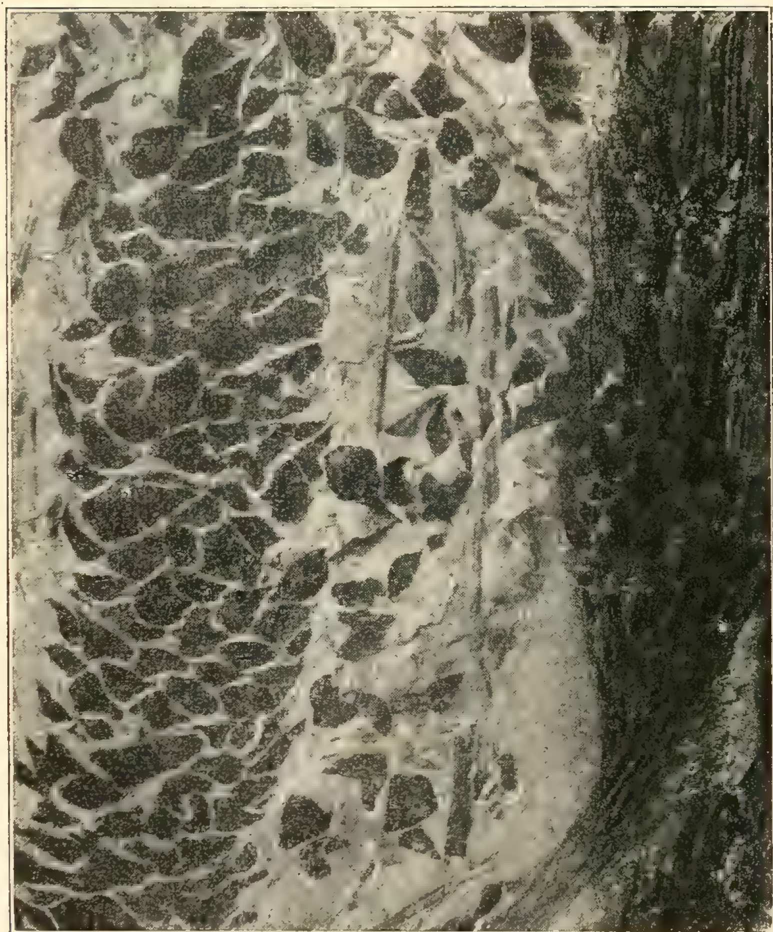
4. *Asolanus camptotaenia*



5. *Syringodendron*


1. *Pinakodendron Ohmanni*



2. *Sigillariostrobus Tieghemi*



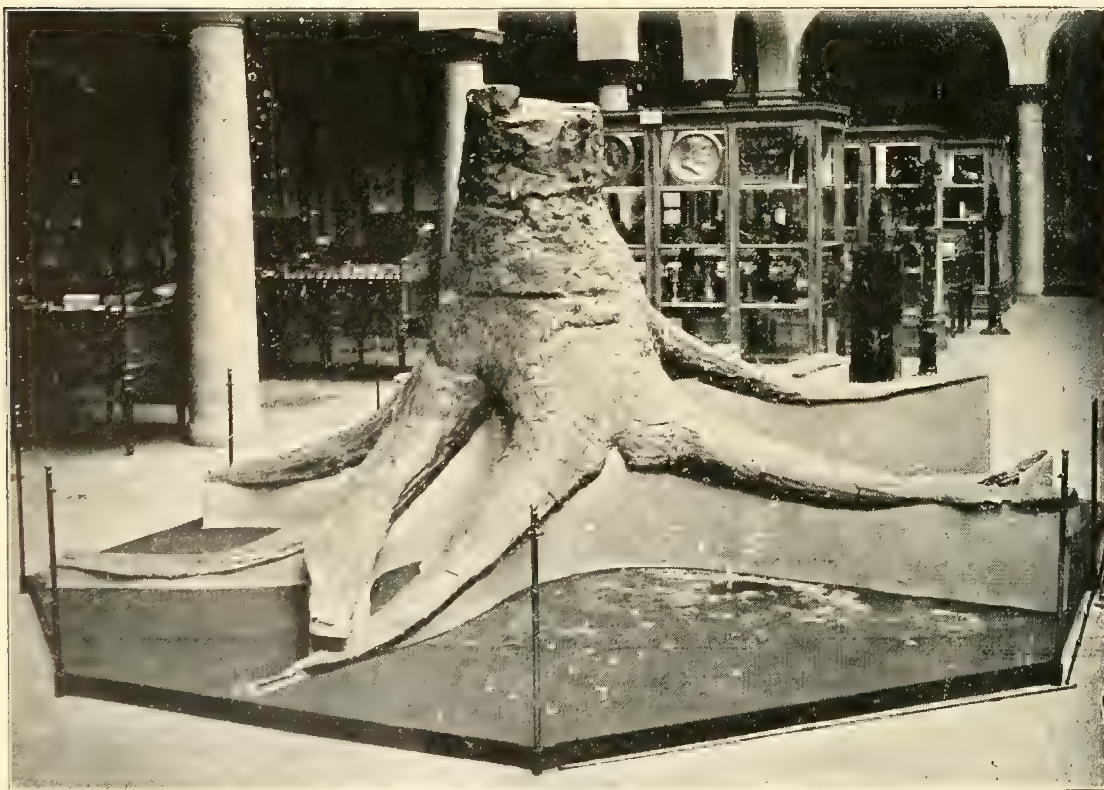
3. Makrosporen von Sigillarien



4. *Sigillariostrobus*



5. *Lepidophyllum lanceolatum*



6. Sigillarienstammstumpf mit *Stigmaria*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 41

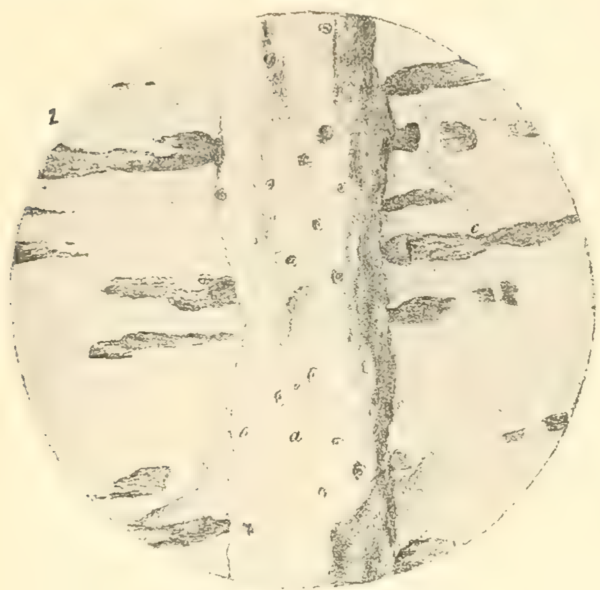
		Seite
Fig. 1.	*Pinacodendron Ohmanni* WEISS. Unten links Oberfläche der Rinde mit Blattnarben, rechts eine solche vergrößert, oben links zwei Stück mit Sporangien tragenden Blättern. Belgisches Karbon. Nach KIDSTON	158
Fig. 2.	*Sigillariostrobus Tieghemi* ZEILLER, rechts unterer Teil des Zapfens, links mittlerer Teil desselben. Saarbrücker Karbon	151
Fig. 3.	Makrosporen von Sigillarien. Rechts unten eine solche vergrößert. Bei einigen ist deutlich die dreieckig tetraedrische Spitze sichtbar. Mittleres Oberkarbon	151
Fig. 4.	Stück der Achse eines Sigillarienzapfens *(Sigillariostrobus)*. Der Zapfen ist entblättert und nur die Mittelachse übrig geblieben, mit quirlförmig gestellten Narben, den Ansatzpunkten der Sporophylle. Häufige Erhaltungsart der leicht zerfallenden Sigillarienzapfen	151
Fig. 5.	*Lepidophyllum lanceolatum* BRONGNIART. Kleineres Exemplar der Art; am Grunde der Sporangien tragende Teil. Mittleres Oberkarbon	137
Fig. 6.	Verkleinerte Wiedergabe des großen Sigillarienstammstumpfes mit *Stigmaria* im Lichthof der Geologischen Landesanstalt in Berlin. Aus dem Karbon des Piesbergs von Osnabrück . .	152

Tafel 42



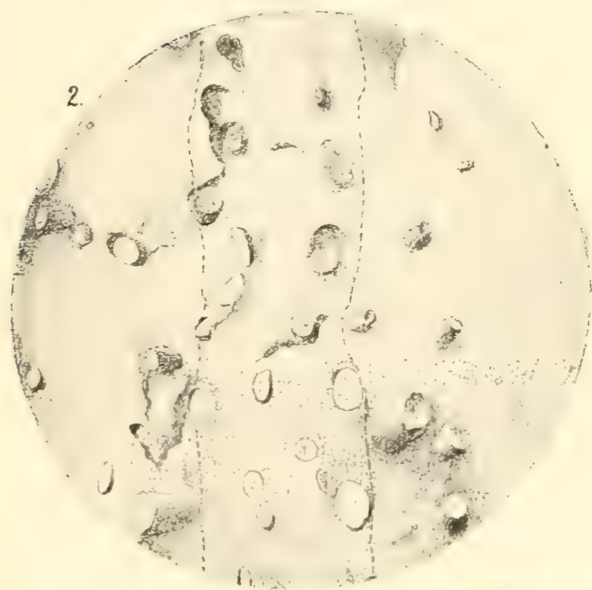
Bloßgelegter ehemaliger Waldboden mit Stigmarien und Stammstümpfen

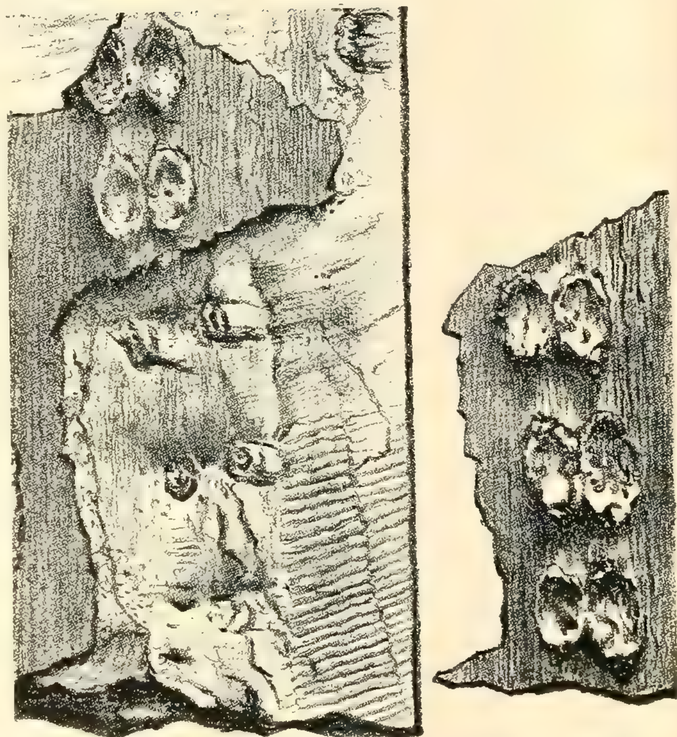
Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin





2. *Stigmaria stellata*

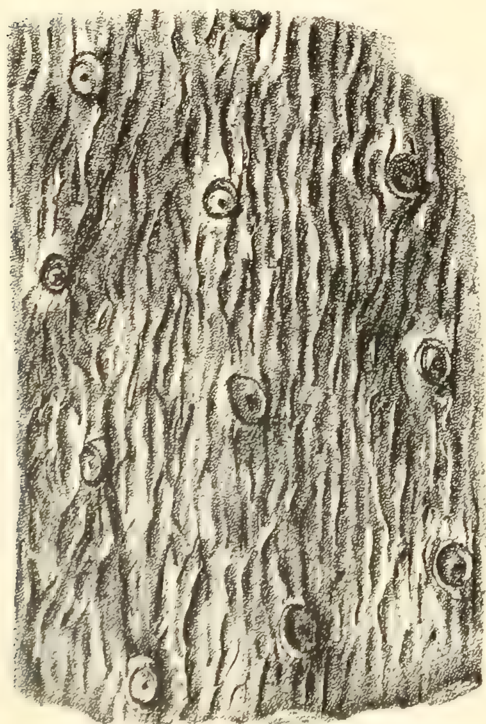




3. *Sigillaria Brardi*



1. Stigmariakörper



5. *Stigmaria rugulosa*



4. *Stigmaria*

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

Tafel 43

Seite

Fig. 1. *Stigmaria*-Körper mit anhaftenden, allseits verbreiteten Wurzelanhängseln (Appendices). 1: Wurzelstock (Rhizom) mit allseits abgehenden Wurzeln und Narben auf dem Wurzelstock selber; 2: dasselbe Stück von unten gesehen; die Wurzelanhängsel sind hier rund erhalten und quer durchschnitten, erscheinen also im Querschnitt in Form eines dünnen Kohlenstreifchens; 3: der obige Stigmarienkörper quer durchschnitten (*a*) mit Marksteinkern (*b*) und den allseits abgehenden Wurzeln („Appendices"). $^1/_3$ nat. Gr. 153

Fig. 2. *Stigmaria stellata* Goeppert. Unteres Oberkarbon (Oberschlesische Randgruppe) 155

Fig. 3. Oberfläche eines alten Stammes von *Sigillaria Brardi* (unterer Teil des Stammes, bei dem die äußersten Gewebe mit den Blattnarben abgeworfen sind und an deren Stelle die durch die zwei großen, nebeneinander stehenden Narben charakterisierte *Syringodendron*-Skulptur sichtbar ist. Diese stellt also in solchen Fällen, wie Fig. 3, die wirkliche, nicht erst durch Fossilisationsvorgänge veränderte Stammoberfläche dar. Oberes Oberkarbon (Wettin bei Halle) 145

Fig. 4. Querdurchschnittene Anhängsel („Appendices") von *Stigmaria* aus einer Dolomitknolle des Ruhrreviers aus dem Flöz Katharina. Man erkennt das im Zentrum belegene kleine Leitbündel, während sonst die Mitte gewebefrei ist; es müssen also kleine hohle Schläuche gewesen sein. Vergrößert 154

Fig. 5. *Stigmaria rugulosa* n. sp. Oberfläche eines Stücks aus dem mittleren Oberkarbon. Außer den runden *Stigmaria*-Narben ist die längsrunzelige Oberfläche sichtbar 155

Tafel 44

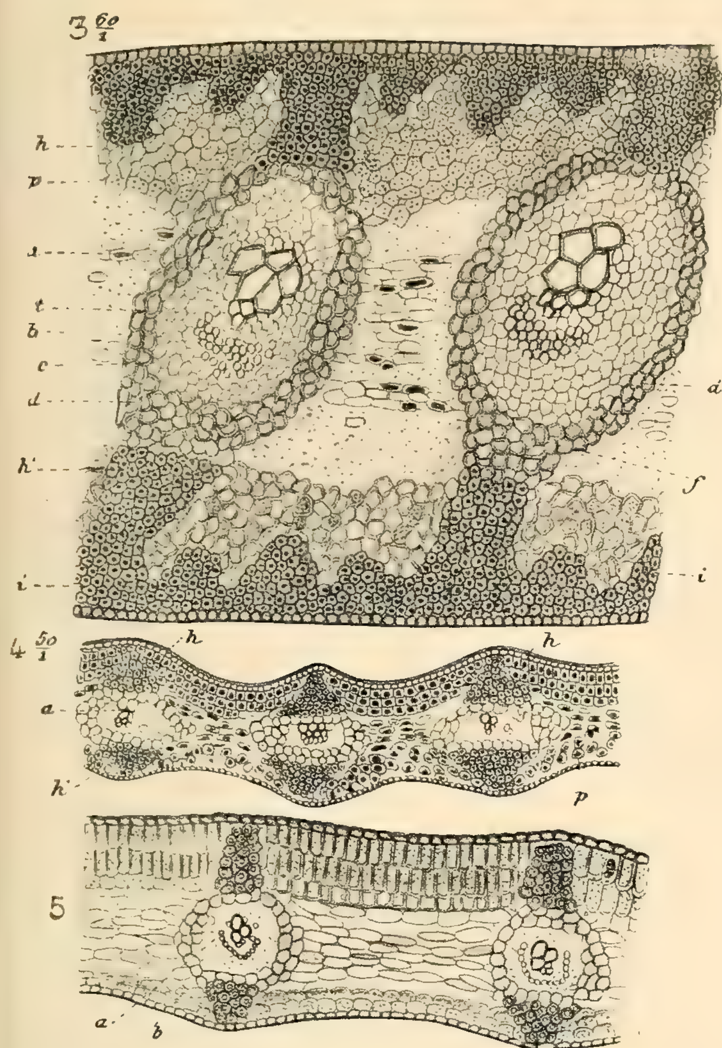
Seite

Fig. 1. Querschnitte durch die Blätter einiger Cordaiten aus dem Permokarbon von Mittelfrankreich (St. Etienne); oben: *Cordaites* cf. *angulosostriatus* Gr. Eury; in der Mitte: *C. rhombinervis* Gr. Eury; unten: *C. lingulatus* Gr. Eury. *a* und *b* die beiden Holzteile des Leitbündels, das bei den Cordaiten zwei getrennte Holz-(Xylem-)Teile besitzt; *h*, h^1 und *i* Baststränge des Blattes, die unter der Blatthaut parallel dem Blattrand verlaufen; *p* Mittelschicht des Blattes (Mesophyll); *c* Eiweißleitender Teil des Leitbündels (Phloëm). Die obere Form zeigt zwischen den an die Leitbündel angelehnten Bastbündeln noch kleinere Zwischenbündel, die den anderen beiden fehlen; diese haben also Bastbündel nur nach dem Verlauf der Leitbündel selber. Das obere Blatt würde im Abdruck erscheinen als ein solches mit ein bis mehreren feineren Adern zwischen je zwei dickeren (wie Textfig. 130), während die beiden unteren lauter gleichmäßige feine Adern zeigen würden. Das unterste Blatt zeigt an der Oberseite die durch ihre gestreckte Form leicht kenntlichen Palisadenzellen, wie sie bei stark besonnten Blättern die Regel sind. Nach Renault 162

Fig. 2. Unterer Teil von einigen Blättern von *Cordaites angulosostriatus* Gr. Eury. Als Beispiel des Äußeren von Cordaitenblättern (vergl. Fig. 1 oben). Außerdem sind rechts unten Blüten der Art sichtbar. Permokarbon, Mittelfrankreich. Nach Zeiller 162

Fig. 3. Oberfläche eines Cordaitenzweiges *(Cordaicladus Schnorrianus* H. B. Geinitz sp.) mit den quergestreckten Narben, die Abfallstelle der Blätter darstellend. Mittleres Oberkarbon (Zwickau) 160

Fig. 4. Cordaitenblüte *(Cordaianthus)*. Man sieht in den Achseln von längeren Hochblättern kleine Kätzchen sitzen, die die männlichen oder weiblichen Blütenteile enthalten. Mittleres Oberkarbon, Saarrevier 165



1. Oben: *Cordaites* cf. ***anguloso striatus***; Mitte: *C.* ***rhombinervis***; unten: *C.* ***lingulatus***



3. *Cordaicladus Schnorrianus*



4. *Cordaianthus*



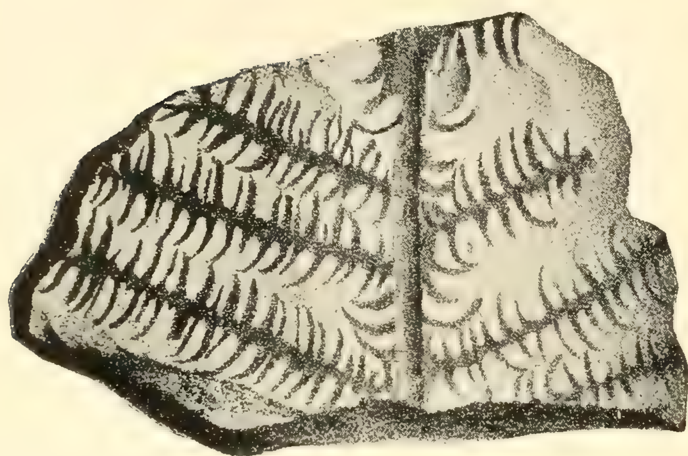
2. *Cordaites angulosostriatus*



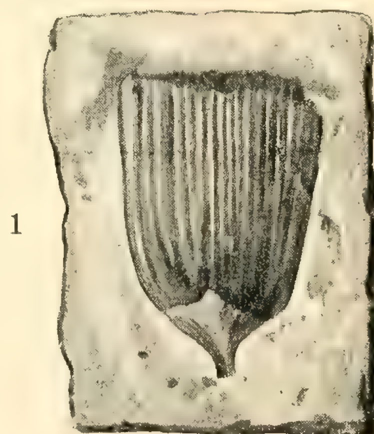
7. *Ullmannia Bronni*



3. *Dicranophyllum*



4. *Walchia filiciformis*



1



5. *Walchia linearifolia*



2



6. *Walchia piniformis*

1. u. 2. *Whittleseya elegans*

Tafel 45

Leitfossilien

Ein Hilfsbuch
zum Bestimmen von Versteinerungen
bei geologischen Arbeiten in der Sammlung und im Felde

herausgegeben von

Georg Gürich

Vierte Lieferung:

Leitfossilien der Trias

Wirbellose Tiere und Kalkalgen von C. Diener

Mit 28 Tafeln

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12 a
1925

